



Secure, varmereaktorens indpasning i Danmark

Larsen, Helge V.

Publication date:
1978

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Larsen, H. V. (1978). *Secure, varmereaktorens indpasning i Danmark*. Danmarks Tekniske Universitet, Risø Nationallaboratoriet for Bæredygtig Energi. Risø-M No. 2111

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Risø-M 3111

RISØ

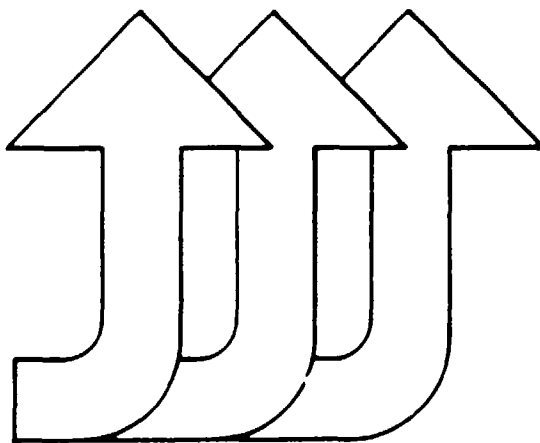
Risø-M 3111

Secure

varmereaktorens indpasning i Danmark

Helge V. Larsen

DK 7900049



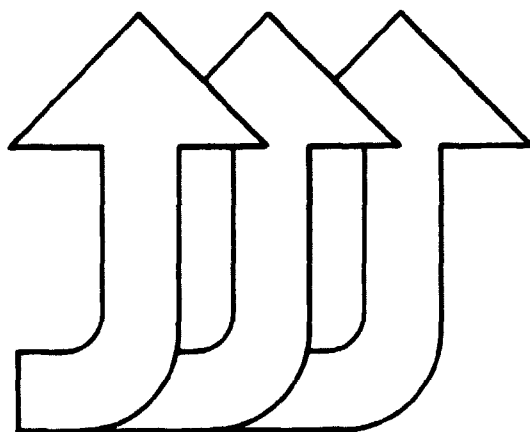
Forsøgsanlæg Risø, 4000 Roskilde, Danmark

September 1978

Secure

varmereaktorens indpasning i Danmark

Helge V. Larsen



Forsøgsanlæg Risø, 4000 Roskilde, Danmark

September 1978

Title and author(s)

SECURE varmerekaktorens indpasning i Danmark

af

Helge V. Larsen

Date September 1978

Department or group
Energy Systems
Analysis GroupGroup's own registration
number(s)

68 pages + 28 tables + 22 illustrations

Abstract

An evaluation of the suitability of the Swedish-Finnish heat reactor SECURE for introduction into Denmark. An assessment is made of whether there is a sufficiently large requirement for heat to be able to use this reactor. In addition, an economical comparison is carried out with the types of heat-producing plants with which SECURE would compete in Denmark - namely a LWR power plant with pass-out turbine, a coal-fired power plant with pass-out turbine, a coal-fired back pressure power plant, as well as with oil-fired district-heating plants. Also an oil-fired power plant with pass-out turbine, an oil-fired back-pressure power plant, and coal-fired district-heating plants are considered briefly.

Copies to

Library	100
Energy Systems Analysis Group	100
Author	5
Aksel Olsen	1
B. Micheelsen	1
H.E. Kongsø	1

Available on request from Risø Library, Risø National
Laboratory (Risø Bibliotek, Forsøgsanlæg Risø),
DK-4000 Roskilde, Denmark
Telephone: (03) 35 51 01, ext. 334, telex: 43116

Der skal hermed rettes en tak til Jens G. Houmann, Frank Højerup og Jan Daub, som har ydet en væsentlig indsats ved udarbejdelsen af denne rapport.

ISBN 87-550-0535-7

ISSN 0418-6435

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
I. Indledning	2
II. Vurdering af muligheden for energimæssigt at indpasse SECURE i det danske varmesystem	3
III. De gennemregnede alternativer	7
IV. De behandlede typer af værker	8
V. Forudsætninger	8
VI. Udgifter til de forskellige værker	9
VII. Udgifter til transmissionsledninger	20
IIIX. Sammenligning af de forskellige værker, incl. transmissionsledninger	22
IX. Andrede priser på transmissionsledninger	32
X. Konklusion	37
XI. Referencer	40
Bilag 1: Data for de behandlede værker	41
Bilag 2: Udgifter til de forskellige værker	49
Bilag 3: Udgifter til transmissionssystemet	60

I. INDLEDNING

Grundideen i varmereaktorer er ved hjælp af små letvandsreaktorer at producere lavtemperatur energi primært beregnet til varmforsyning af beboelsesområder. Den svensk-finske SECURE reaktor er designet ud fra et krav om en meget stor indbygget sikkerhed, som skulle gøre den velegnet til anbringelse i nærheden af de boligområder, der skal varmforsynes. Ved en nærforlægning af reaktoren spares udgifter til transmissionsledninger, og dette er ifølge konstruktørerne en af forudsætningerne for at reaktoren kan konkurrere med f.eks. opvarmning ved hjælp af udtag fra konventionelle eller kernekraftværker.

Da SECURE reaktoren endnu ikke er færdigudviklet, vil den tidligst kunne sættes i drift i Sverige i 1988. Hvis man vil høste et vist udbytte af svenske erfaringer, vil man ikke kunne idriftsætte en reaktor i Danmark før efter 1990.

Der er også udviklet en fransk varmereaktor, THERMOS. Men da der ikke foreligger nogen detaljerede oplysninger om den, vil den ikke blive behandlet her.

Inden et større udredningsarbejde vedrørende de tekniske aspekter ved varmereaktorer eventuelt startes i dansk regi, bør der foretages en vurdering af muligheden for at indpasse sådanne reaktorer i landets varmforsyning, såvel størrelsesmæssigt som økonomisk. En sådan foreløbig vurdering foretages i denne rapport for både en 200 MW_t og en 400 MW_t SECURE varmereaktor. Der behandles både grubeforlægning, hvor reaktoren er anlagt i en grube, som er gravet ned i jordoverfladen, og underjordisk forlægning, hvor reaktoren i Sverige er tænkt bygget i et hulrum sprængt ud nede i klippen. Det bemærkes, at selv om en underjordisk forlægning i Danmark ikke vil finde sted i klipper, er de svenske anlægspriser anvendt. Vurderingerne er foretaget på grundlag af elværkernes oplysninger om danske byers varmebehov (ref. 1) samt på grundlag af talmateriale om SECURE reaktoren (ref. 2) og rapporten RISØ-M-1942 (ref. 3).

II. VURDERING AF MULIGHEDEN FOR ENERGIMÆSSIGT AT INDPASSE SECURE I DET DANSKE VARMESYSTEM

SECURE varmereaktoren er konstrueret i et svensk-finsk samarbejde i to størrelser, nemlig 200 MW_t og 400 MW_t. En stor varmeproduktionsenhed, det være sig et kraft/varmeværk eller en varmereaktor, vil normalt være beregnet til at skulle fungere som grundlastenhed. Vi har i denne analyse forudsat en benyttelsestid for sådanne enheder til 4400 timer/år. Dette medfører, at ca. 85% af varmeenergien vil blive produceret på grundlastenheden, og dennes maksimale effekt vil være ca. 65% af årets maksimale varmebehov.

Regnes der med 90% tilslutning til fjernvarmesystemet og 15% ledningstab, kan en 200 MW_t SECURE reaktor altså kun indpasses i byområder med et varmebehov, der er større end

$$\frac{200 \cdot 4400 \cdot 0,85}{0,90 \cdot 0,85} \text{ MWh}_t/\text{år} = 1000 \text{ GWh}_t/\text{år}$$

og en 400 MW_t reaktor i områder med varmebehov større end 2000 GWh_t/år. Dette svarer til, at en 200 MW_t reaktor kræver et byområde med ca. 100 000 indbyggere, og en 400 MW_t ca. 200 000 indbyggere.

Ifølge elværkernes varmeetlas er det kun ganske få byområder, der har et varmebehov i disse størrelsesordner.

For at få et overblik over mulige "SECURE områder" har vi derfor, på basis af varmeetlas, på kortene i figur 1 og 2 indtegnet års-varmebehov (1985) på 500 GWh eller derover i enheder af 500 GWh, markeret enten som en firkant eller en cirkel.

En åben firkant betyder, at behovet allerede er dækket gennem kraft/varmeforsyning. En skraveret firkant betyder, at behovet meget hensigtsmæssigt kan dækkes af overskudsvarme fra nærliggende kraftværker, industrianlæg eller affaldsforbrændingsanlæg. En åben cirkel angiver et behov i et byområde uden fjernvarmeudbygning, og endelig angiver en (delvis) skraveret cirkel et behov i et område, der er helt eller delvis udbygget med fjernvarme.

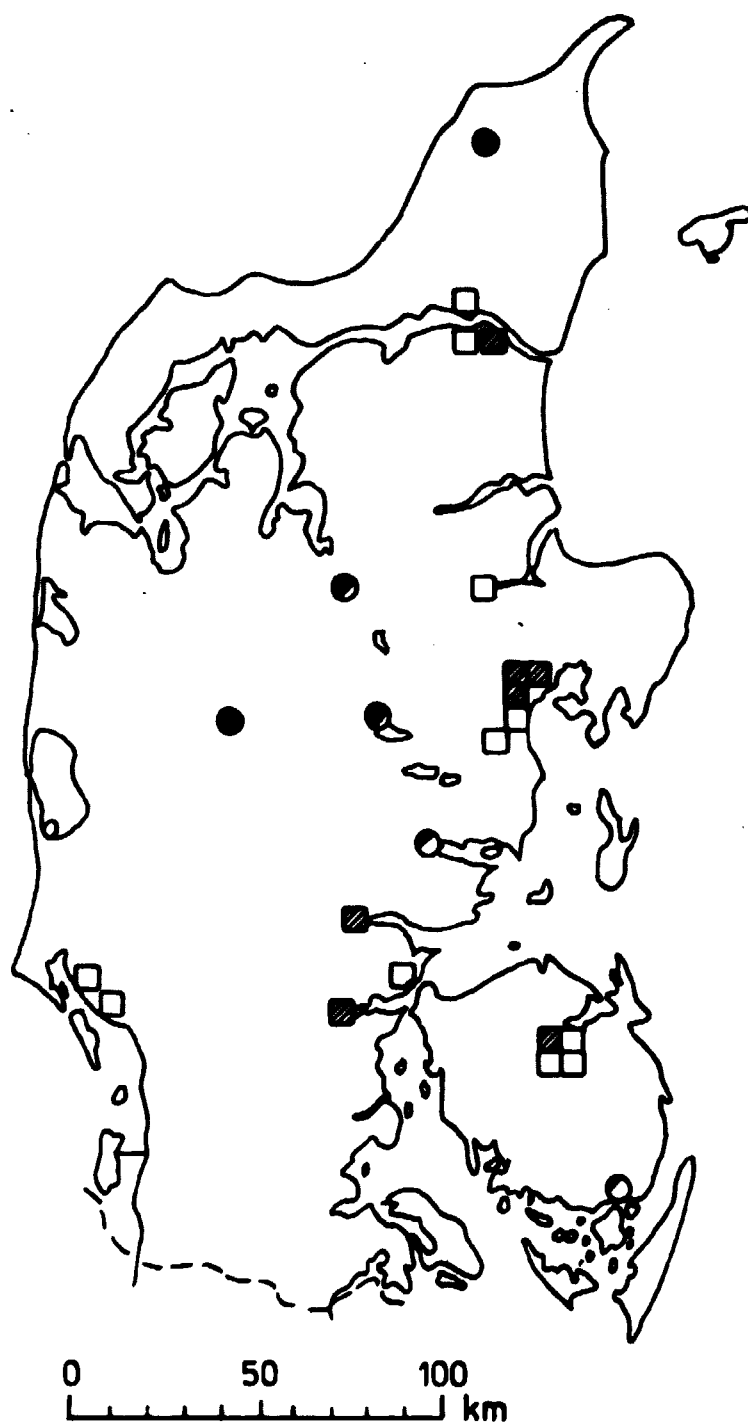
At varmebehovet allerede er dækket gennem kraft/varmeforsyning (åben firkant) udelukker på længere sigt ikke nødvendigvis SECURE, da kraft/varmeværket eventuelt må skrottes p.g.a. slid. De nuværende udtagsenheder kan nemlig for de flestes vedkommende ikke anvendes i de 30 år, som man normalt regner

med for en kraftværksblok. Sædvanligvis overgår en grundlastenhed efter nogle år til mellemlastdrift, fordi nyere mere økonomiske grundlastenheder er sat i drift. Dette sker imidlertid ikke for udtagsenhederne, som af hensyn til varmeproduktionen vedbliver med at fungere som grundlastenheder, hvorved de væsentlig hurtigere end 30 år opnår en så stor total driftstid, at de p.g.a. slid ikke mere kan anvendes.

Der skal altså være mindst to tætliggende cirkler eller firkanter i et område, for at der overhovedet er mulighed for at indpasse en SECURE varmereaktor i varmeforsyningen af det pågældende område. Af figur 2 ses, at der i Københavnsområdet ville være basis for 5-6 400 MW_t SECURE anlæg. To af disse anlæg vil der først være plads til, når nuværende kraft/varmeanheder må lukkes. Endvidere vil der kunne placeres 2 stk. 200 MW_t reaktorer nord og syd-vest for København med 1 anlæg i Helsingør fingeren og 1 anlæg i Køge bugt fingeren. Figur 1 viser, at kraft/varmeudbygningen på Fyn og i Jylland allerede er så stor, at det kun er Århus, der har et varmebehov, som er tilstrækkeligt stort til SECURE, og som på nuværende tidspunkt ikke er dækket med kraft/varme. Men planlagte ombygninger og udvidelser på Studstrup-værket vil i løbet af få år dække dette behov. For hele det jysk-fynske område gælder det derfor, at der først vil blive plads til SECURE, når kraft/varmeanheder skrottes. Foruden Århus drejer det sig om Odense, Ålborg og Esbjerg. I disse fire byer ville der, hvis udtagsenhederne efterhånden erstattedes med varmereaktorer, ialt være plads til 2 stk. 400 MW_t og 2 stk. 200 MW_t anlæg. Trekantområdet (Vejle, Fredericia, Kolding) er p.g.a. den relativt lange afstand mellem de enkelte byer ikke velegnet for SECURE, hvis fordel netop er, at den kan nærforlægges til forbrugsområdet.

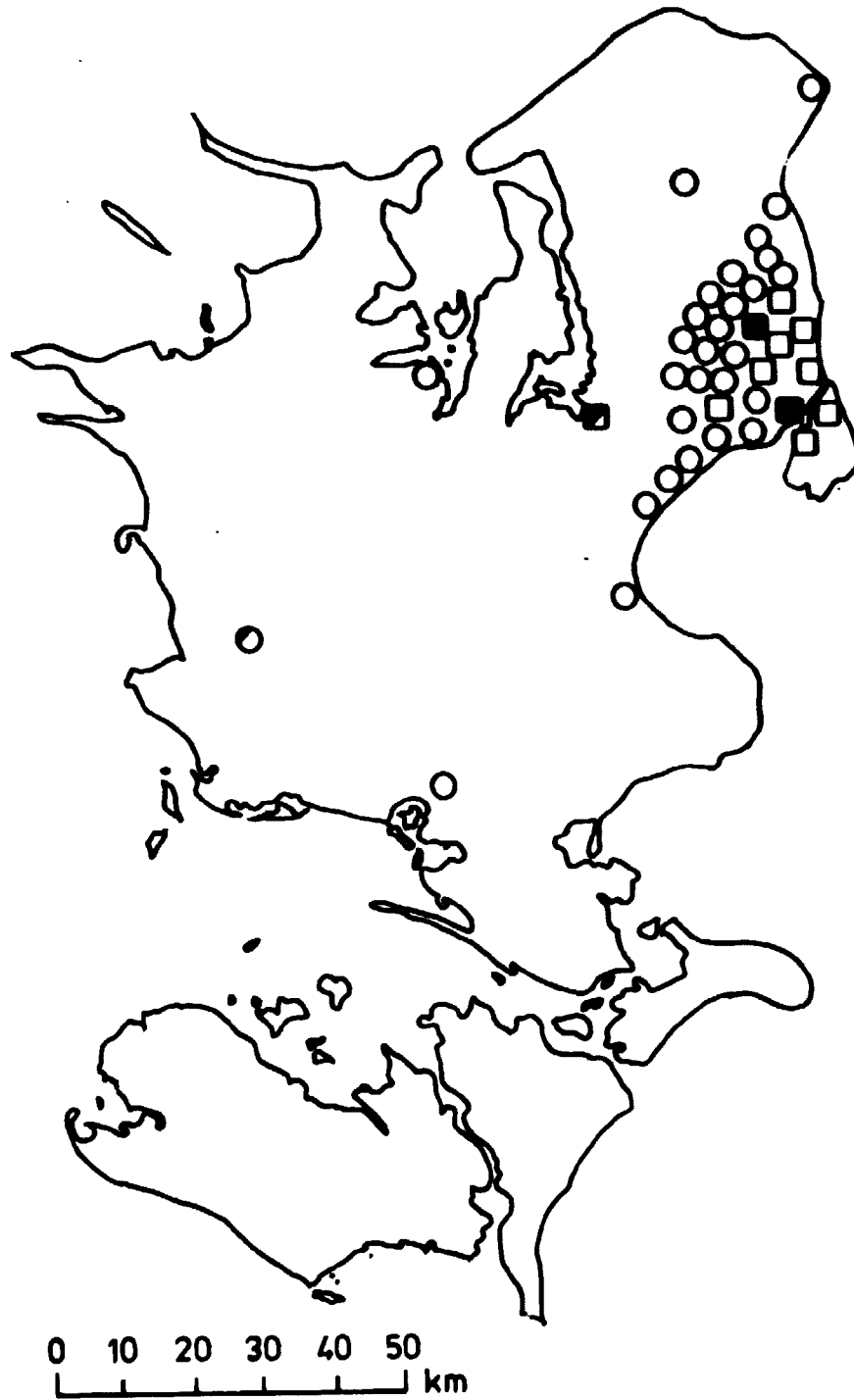
Det varmebehov, der kunne tænkes dækket af SECURE anlæg, kan imidlertid også dækkes ved, at fremtidige kraftværksenheder (kul/olie eller kernekraft enheder) bygges som kraft/varmeværker og placeres, således at varmen kan udnyttes i det pågældende område.

Det er umiddelbart indlysende, at sidstnævnte mulighed giver en bedre total energiøkonomi end en kombination af SECURE anlæg og kraftværksenheder, hvor overskudsvarmen ikke udnyttes. I de følgende afsnit foretages en økonomisk vurdering af de to muligheder, ligesom også en udbygning med fjernvarmekedler betragtes.



Figur 1.

- | | |
|---|---|
| ○ | Varmebehov på 500 GWh _t (1985) |
| ● | " " 500 " med udbygget fjernvarmenet |
| □ | " " 500 " allerede forsynet fra komb. værker |
| ▨ | " " 500 " velegnet til forsyning fra komb. værker |



Figur 2.

se nomenklaturforklaring på Jylland-Fynskortet

III. DE Gennemregnedes Alternativer

En 200 MW_t SECURE varmereaktor i underjordisk forlægning og i grubeforlægning sammenlignes med følgende 5 muligheder:

- A) I stedet for at bygge et 600 MW_e kulfyret kondensationsværk bygges et 624 MW_e kulfyret udtagsværk ($C_v = 0,12 \text{ MW}_e/\text{MW}_t$, udtag 200 MW_t). Begge værker uden SO₂-rensning af røgen.
- B) Som A, men med SO₂-rensning af røgen.
- C) I stedet for at bygge et 900 MW_e LWR kondensationsværk bygges et 930 MW_e LWR udtagsværk ($C_v = 0,15 \text{ MW}_e/\text{MW}_t$, udtag 200 MW_t). Begge værker med oparbejdning af brugt brændsel.
- D) En udbygning udelukkende med oliefyrede fjernvarmekedler.
- E) En udbygning med et kulfyret modtryksværk (84 MW_e, 200 MW_t).

For en 400 MW_t SECURE varmereaktor i underjordisk forlægning og i grubeforlægning foretages de samme sammenligninger med udtagsværker (A, B og C) - blot med den forskel, at de kulfyrede udtagsværkers kapacitet er 648 MW_e og 400 MW_t, og LWR udtagsværkets kapacitet 960 MW_e og 400 MW_t.

For en 400 MW_t SECURE varmereaktor i underjordisk forlægning og i grubeforlægning foretages de samme sammenligninger med udtagsværker (A, B og C) - blot med den forskel, at de kulfyrede udtagsværkers kapacitet er 648 MW_e og 400 MW_t, og LWR udtagsværkets kapacitet 960 MW_e og 400 MW_t.

Hvis varmebehovet i et forbrugsområde er så stort, at der er basis for at bygge et 400 MW_t grundlastværk, vil det være mere fordelagtigt at opføre et udtagsværk end et modtryksværk, hvorfor en sammenligning med et modtryksværk ikke er foretaget for et 400 MW_t SECURE anlæg.

Som for LWR anlæggene regnes der for SECURE reaktoren med oparbejdning af det brugte brændsel.

Sammenligningen mellem de forskellige alternativer foretages både under forudsætning af faste brændselspriser og under forudsætning af, at brændselspriserne (kul, olie og uran) fra 1976 stiger med 3% p.a.

IV. DE BEHANDLEDE TYPER AF VÆRKER

200 MW _e	SECURE	varmereaktor	i	underjordisk	forlægning	med			
						oparbejdning	af	brugt	brændsel.
200 MW _e	"	"	"		i	grubeforlægning	med	oparbejd-	
						ning	af	brugt	brændsel.
400 MW _e	"	"	"		i	underjordisk	forlægning	med	
						oparbejdning	af	brugt	brændsel.
400 MW _e	"	"	"		i	grubeforlægning	med	oparbejd-	
						ning	af	brugt	brændsel.
600 MW _e		kulfyret	kondensationsværk	uden	SO-rensning	af	røgen.		
600 MW _e	"	"	"	med	"	"	"		
624 MW _e /200 MW _e		kulfyret	udtagsværk	uden	"	"	"		
624 MW _e /200 MW _e	"	"	"	med	"	"	"		
648 MW _e /400 MW _e	"	"	"	uden	"	"	"		
648 MW _e /400 MW _e	"	"	"	med	"	"	"		
900 MW _e		LWR	kondensationsværk	med	oparbejdning	af	brugt	brændsel.	
930 MW _e /200 MW _e		LWR	udtagsværk	"	"	"	"	"	
960 MW _e /400 MW _e	"	"	"	"	"	"	"	"	
84 MW _e /200 MW _e		kulfyret	modtryksværk	uden	SO ₂ -rensning	af			
						røgen.			

Oliefyrede fjernvarmekedler.

M.h.t. data for de behandlede værker henvises til bilag 1.
 For SECURE er talmaterialet baseret på ref. 2 (og med hensyn til
 brændselsudgifter delvis på ref. 3). For de øvrige typer af
 værker er dataene i ref. 3 og ref. 4 anvendt.

V. FORUDSETNINGER

Købekraft: 1976-kr.

Realrente: 4% p.a.

Nuværdi opgøres pr. 1/1 1987.

De forskellige værker sættes alle i drift 1/1 1987.

Der regnes med en 30-årig driftsperiode.

Inflation: 10% p.a.

1 Skr. (forår 1977) = 1,15 Dkr. (1976).

(Ref. 2 baserer sig på priser i foråret 1977).

Brændselsprisstigning:

Der gås ud fra, at prisstigningerne for de forskellige brændsler følger hinanden. Der gennemregnes to tilfælde:

1. Brændselspriser faste (d.v.s. brændselspriserne følger inflationen).
2. Brændselspriserne stiger med 3% p.a. (ud over inflationen) fra 1976.

VI. UDGIFTER TIL DE FORSKELLIGE VÆRKER

Udgifterne ved at bygge SECURE, samt ekstraudgifterne ved at bygge et udtagsværk i stedet for det tilsvarende kondensationsværk, er i bilag 2 opgivet i tabelform, mens de i fig. 3, 4, 5 og 6 vises grafisk. Udgifterne ved at udbygge med fjernvarmekedler eller med et modtryksværk er også angivet i bilag 2, mens fig. 7 og 8 viser udgifterne på grafisk form. Foreløbig er udgifter til transmissionsledninger ikke medtaget.

Sammenligning med udtagsværker:

Det ses, at SECURE i alle tilfælde er dyrere end alternativerne med udtagsværker. Tabel 1 viser, hvor meget udgifterne (nuværdi pr. 1/1 1987) til SECURE er større end ekstraudgifterne (netto) ved at bygge et udtagsværk i stedet for et kondensationsværk af tilsvarende type. Det fremgår umiddelbart af tabellen, at SECURE ikke kan konkurrere med et udtag på et LWR kraftværk - med mindre LWR alternativet skal belastes med en meget lang og dermed dyr transmissionsledning (herom senere). Desuden ses det, at SECURE klarer sig bedst ved sammenligningen, når varmebehovet er så stort, at der er basis for et 400 MW_t grundlastværk (SECURE eller udtagsværk)¹⁾. Dette følger især af, at kontraktprisen for varmereaktoren kun stiger med 20%, når kapaciteten fordobles fra 200 MW_t til 400 MW_t. (Se iøvrigt fodnote 3 side 44). Ligeledes viser tabel 1, at SECURE sammenlignet med kul-alternativerne bliver mere fordelagtig, hvis brændselspriserne (både kul og uran) i stedet for at være faste

¹⁾ For at kunne se, om 200 MW_t eller 400 MW_t udgaven af SECURE står sig bedst ved sammenligningen med udtagsværker af tilsvarende kapacitet, må tallene i nederste halvdel af tabel 1 (400 MW_t) divideres med to, førend de sammenlignes med tallene i øverste halvdel (200 MW_t).

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)		Brændselspriser faste		Brændselspriser stiger 3% p.a. fra 1976	
		SECURE i underjordisk forlægning	SECURE i grubeforlægning	SECURE i underjordisk forlægning	SECURE i grubeforlægning
200 MW _e	Kulfyret, uden SO ₂ -rens.	565	466	464	365
	Kulfyret, med SO ₂ -rens.	534	435	422	323
	LWR	558	459	662	563
400 MW _e	Kulfyret, uden SO ₂ -rens.	633	514	431	312
	Kulfyret, med SO ₂ -rens.	567	448	343	224
	LWR	716	597	922	803

Tabel 1: Tabellen viser, hvor meget udgifterne til SECURE er større end ekstraudgifterne (netto) ved at bygge et udtagsværk i stedet for et kondensationsværk af tilsvarende type. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget.

stiger 3% p.a. Dette forårsages af, at for de kulfyrede udtagsværker udgør brændselspriserne en langt større del af de samlede udgifter, end de gør for SECURE.

Selv om man gør den antagelse, at uranprisen ikke stiger, mens kulprisen stiger 3% p.a. fra 1976, vil 200 MW_t-udgaven af SECURE stadig være mindst 270 Mkr. (1976-kr, nuværdi pr. 1/1 1987) dyrere end kul-alternativerne. For 400 MW_t-udgaven vil det tilsvarende tal være 120 Mkr. (Denne antagelse om brændselsprisudviklingen er nok urealistisk, idet man snarere må regne med, at uranprisen stiger hurtigere end kulprisen).

Hvis de konventionelle udtagsværker og de tilsvarende kondensationsværker tænkes at være oliefyrede, og ikke som hidtil antaget kulfyrede, vil ekstraudgifterne ved at bygge et udtagsværk i stedet for et kondensationsværk blive forøget som følge af, at fuelolie og kul i 1976 koster 55, h.h.v. 40 kr./Gcal. Således vil ekstraudgifterne (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987) til et 200 MW_t udtagsværk blive forøget med 84 Mkr., h.h.v. 167 Mkr., og til et 400 MW_t udtagsværk med 168 Mkr., h.h.v. 335 Mkr., når brændselspriserne pr. år stiger 0%, h.h.v. 3%. Ved sammenligning med tabel 1 ses, at disse forøgelser af udgifterne kun får væsentlig betydning, når der sammenlignes med en 400 MW_t SECURE, og brændselsprisstigningerne samtidig er 3% p.a. I denne situation vil ekstraudgifterne ved at bygge et oliefyret udtagsværk (400 MW_t) i stedet for et tilsvarende kondensationsværk nemlig blive lige så store som udgifterne til SECURE reaktoren.

Hidtil er de forskellige sammenligninger med SECURE reaktoren foregået uden hensyn til udgifter til transmissionsledninger. Tager man også disse udgifter i betragtning, vil billedet eventuelt kunne vendes til fordel for SECURE, da denne p.g.a. af sin angivne store indre sikkerhed sandsynligvis vil kunne nærforlægges til forbrugsområdet, mens udtagsværkerne (især LWR) må placeres længere borte. Denne problemstilling om udgifter til transmissionsledninger behandles senere.

Det bør nævnes, at de usikkerheder, som der naturligt må være på udgifterne til et kondensationsværk og det tilsvarende udtagsværk, er korrelerede, således at ekstraudgifterne ved at bygge udtagsværket i stedet for kondensationsværket har samme relative usikkerhed, som udgifterne til de enkelte værker har.

Sammenligning med fjernvarmekedler og med modtryksværk:

Da fjernvarmekedler, modtryksværk og varmerekator alle sandsynligvis kan placeres tæt på forbrugsområdet, vil der hverken her eller senere i rapporten blive beregnet udgifter til transmissionsledninger for fjernvarmekedlerne eller modtryksværket.

Af figurerne 7 og 8 ser man, at SECURE (200 MW_t) (uden transmissionsledning) er billigere end alternativet med udbygning med oliefyrede fjernvarmekedler. Forskellen mellem udgifterne til fjernvarmekedlerne og til SECURE i underjordisk forlægning er for faste brændselspriser 123 Mkr. (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987). Denne forskel svarer iflg. bilag 3 til 123/11,62 km = 11 km transmissionsledning til SECURE. For grubeforlægning findes tilsvarende 222/11,62 km = 19 km. Med 3% brændselsprisstigninger pr. år fra 1976 fås en forskel på 900-1000 Mkr., hvilket svarer til ca. 70 km transmissionsledning (200 MW_t) til SECURE.

Det er muligt, at man inden for de nærmeste år forsøgsvis vil bygge kulfyrede fjernvarmekedler, der som brændsel anvender formalet kul, som hentes fra store kulfyrede kraftværker med kulmøller. Da kul i denne undersøgelse er tillagt prisen 40 kr./Gcal i 1976, mens fuelolie antages at koste 55 kr./Gcal, skal de i fig. 7 og 8 viste udgifter til brændsel (forbrug og lager) multipliceres med 40/55 = 0,73 for at gælde for kulfyrede fjernvarmekedler. Også anlægs- og driftsudgifter vil sikkert ændres; men de udgør en meget lille del af de totale omkostninger. Foretages omregningen til kulfyring, fås for de samlede udgifter til fjernvarmekedler ved faste, h.h.v. stigende brændselspriser 692 Mkr., h.h.v. 1289 Mkr. (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987). For faste brændselspriser er omkostningerne ved en udbygning med fjernvarmekedler hermed kommet ned på niveau med (grubeforlægning) eller under (underjordisk forlægning) SECURE's udgifter, mens SECURE ved stigende brændselspriser stadig er billigere end fjernvarme-alternativet.

Sammenlignes SECURE (200 MW_t) i underjordisk forlægning med et kulfyret modtryksværk, ser man af fig. 7, at modtryksværket er billigere end SECURE, når brændselspriserne er faste, mens fig. 8 viser, at forholdet er omvendt, når brændselspriserne stiger 3% p.a.

En 200 MW_t SECURE varmerekator i grubeforlægning vil iflg. fig. 7 og fig. 8 ved faste brændselspriser balancere med et

kulfyret modtryksværk, mens dette vil være dyrere end SECURE (grubeforlægning), hvis brændselspriserne stiger 3% p.a.

Omregnes udgifterne til modtryksværket, så at de gælder for oliefyring, fås totale udgifter (netto) ved faste, h.h.v. stigende brændselspriser på 985 Mkr., h.h.v. 1630 Mkr. (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987). Et oliefyret modtryksværk er således allerede ved faste brændselspriser 200-300 Mkr. dyrere end SECURE.

Det må altså konkluderes, at for stigende brændselspriser (3% p.a.) er SECURE i såvel underjordisk som grubeforlægning billigere end fjernvarmekedler og modtryksværk - og dette er uafhængigt af, om brændslet til fjernvarmekedlerne og modtryksværket er olie eller kul. Hvis brændselspriserne er faste, er SECURE stadig billigst, men nu kun ved oliefyring af de alternative værker. Ved kulfyring (og faste brændselspriser) er SECURE i underjordisk forlægning dyrere end fjernvarmekedlerne og modtryksværket, mens reaktoren i grubeforlægning stort set balancerer økonomisk med disse alternativer.

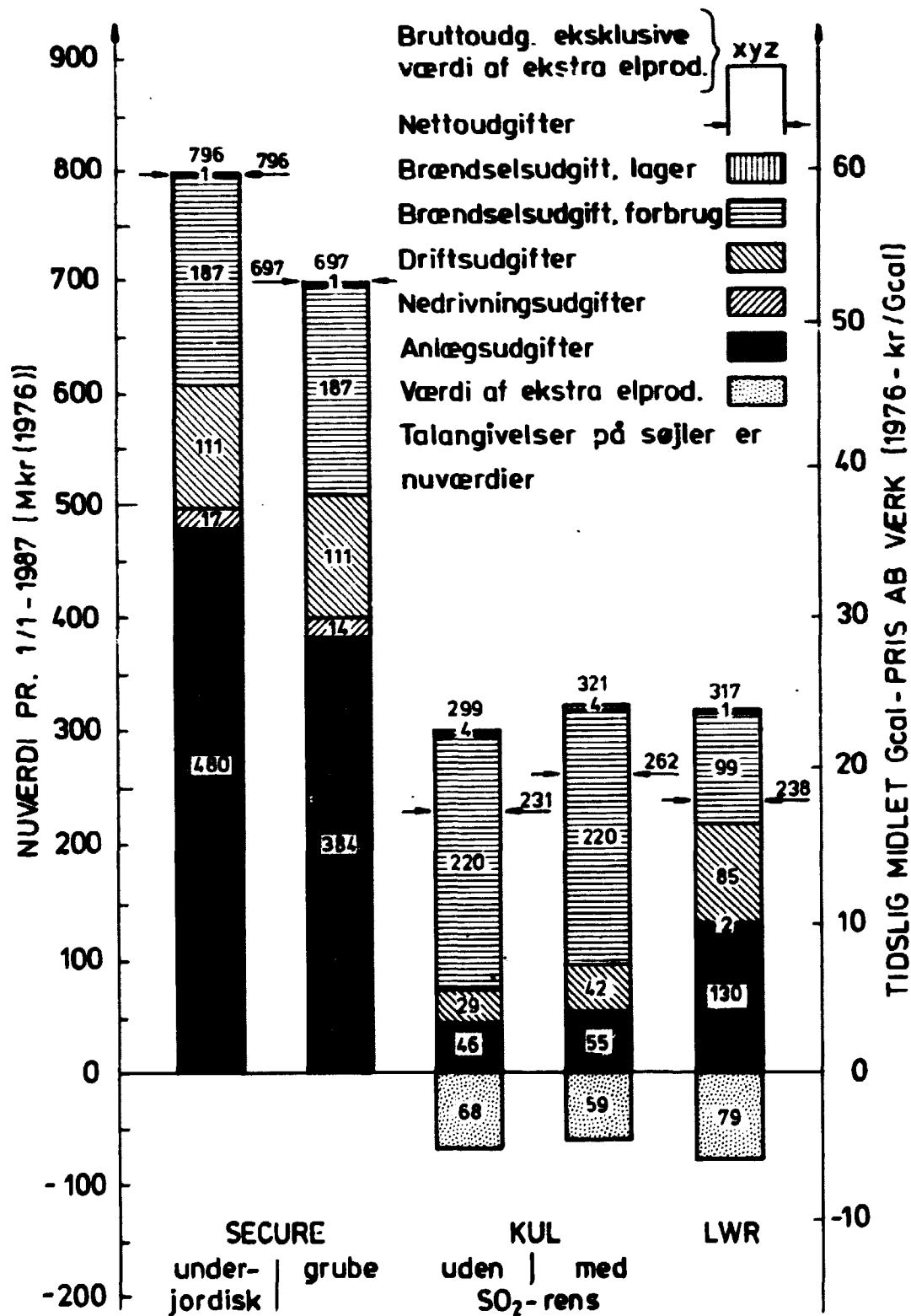


Fig. 3: Udgifter til SECURE og ekstraudgifter til udtagsværker i forhold til kondensationsværker. Varmeeffekt 200 MW_t. Faste brændselspriser. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget her.

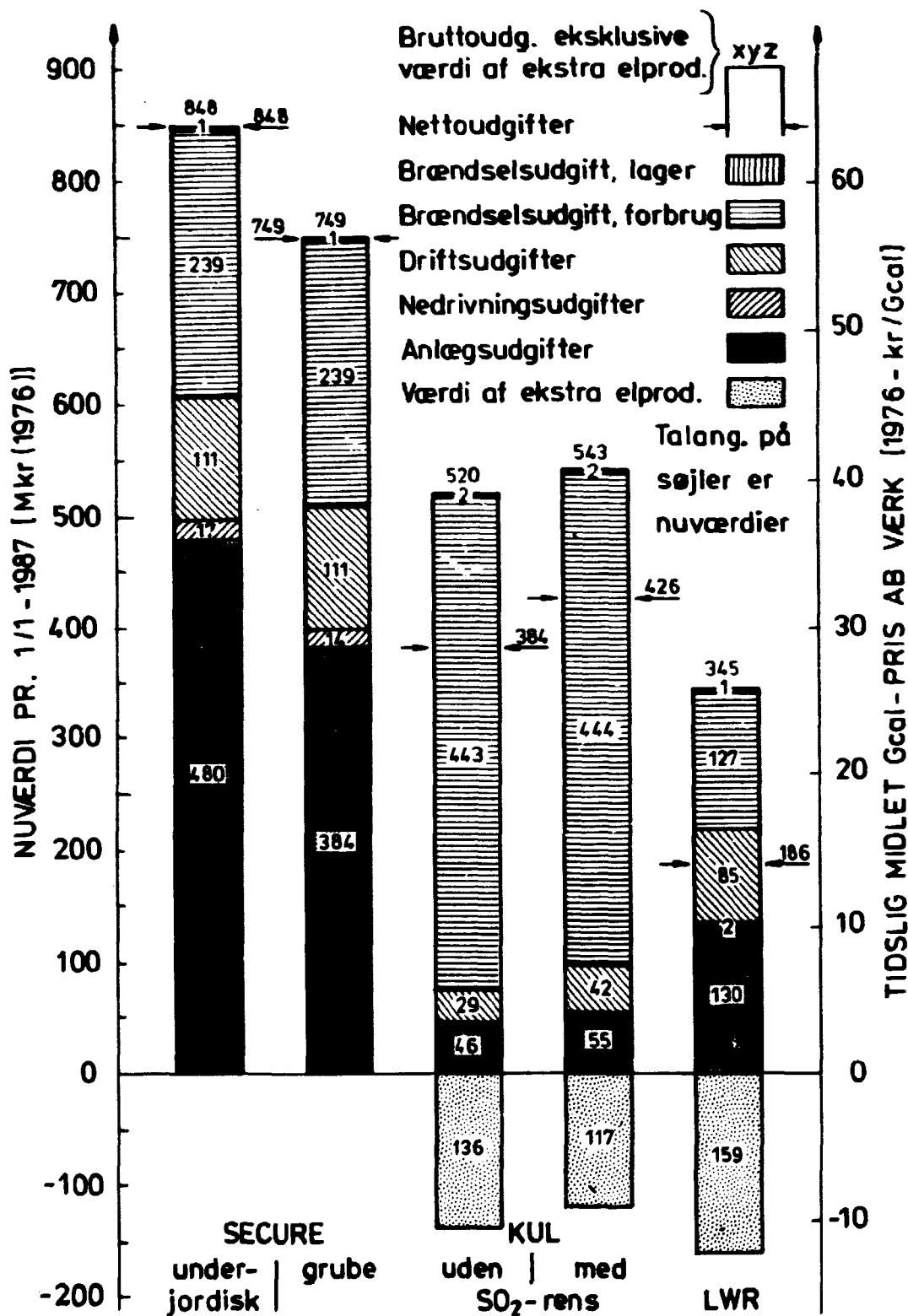


Fig. 4: Udgifter til SECURE og ekstraudgifter til udtagsværker i forhold til kondensationsværker. Varmeeffekt 200 MW_t. Brændselspriser stiger 3% p.a. fra 1976. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget her.

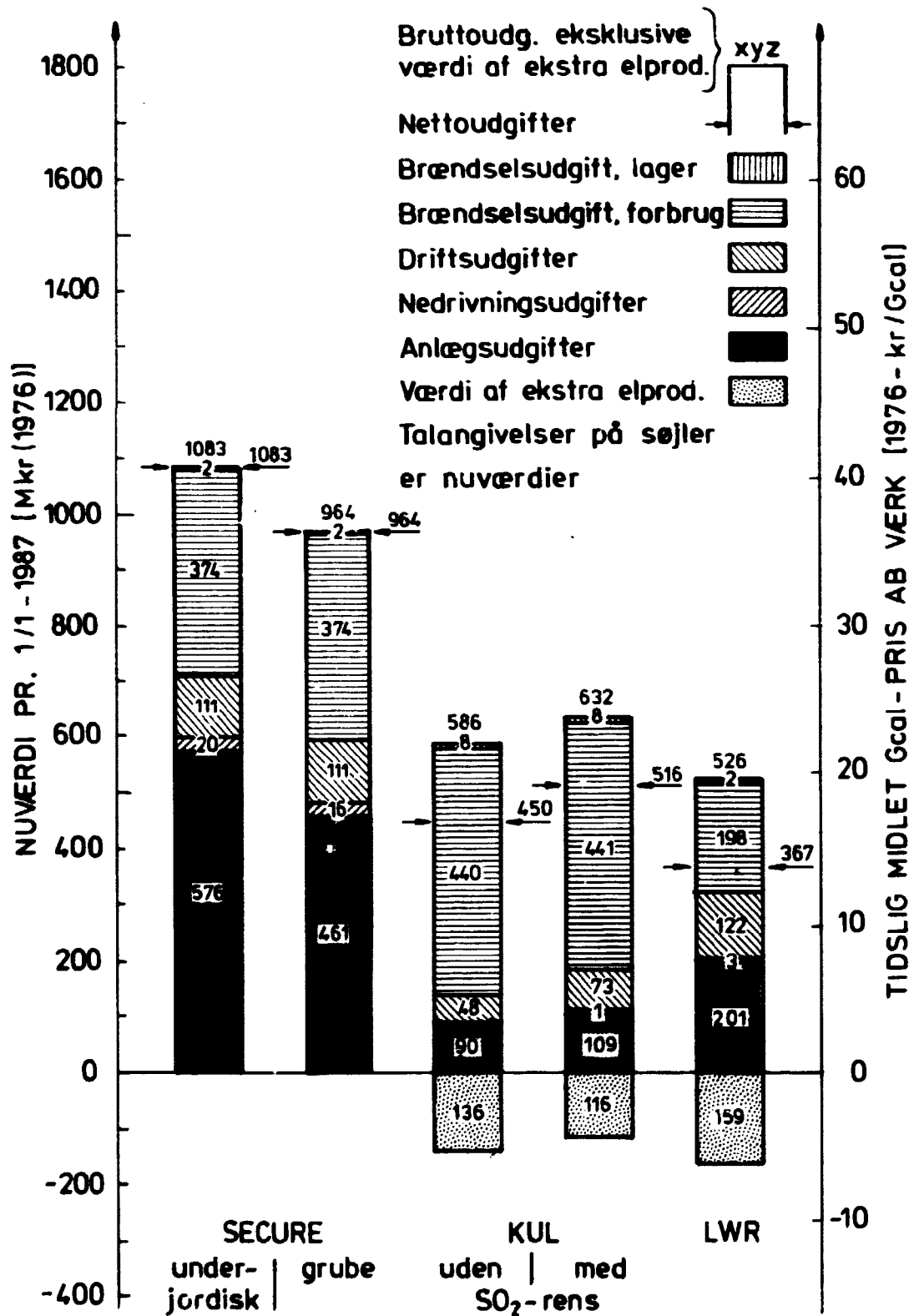


Fig. 5: Udgifter til SECURE og ekstraudgifter til udtagsværker i forhold til kondensationsværker. Varmeeffekt 400 MW_t. Faste brændselspriser. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget her.

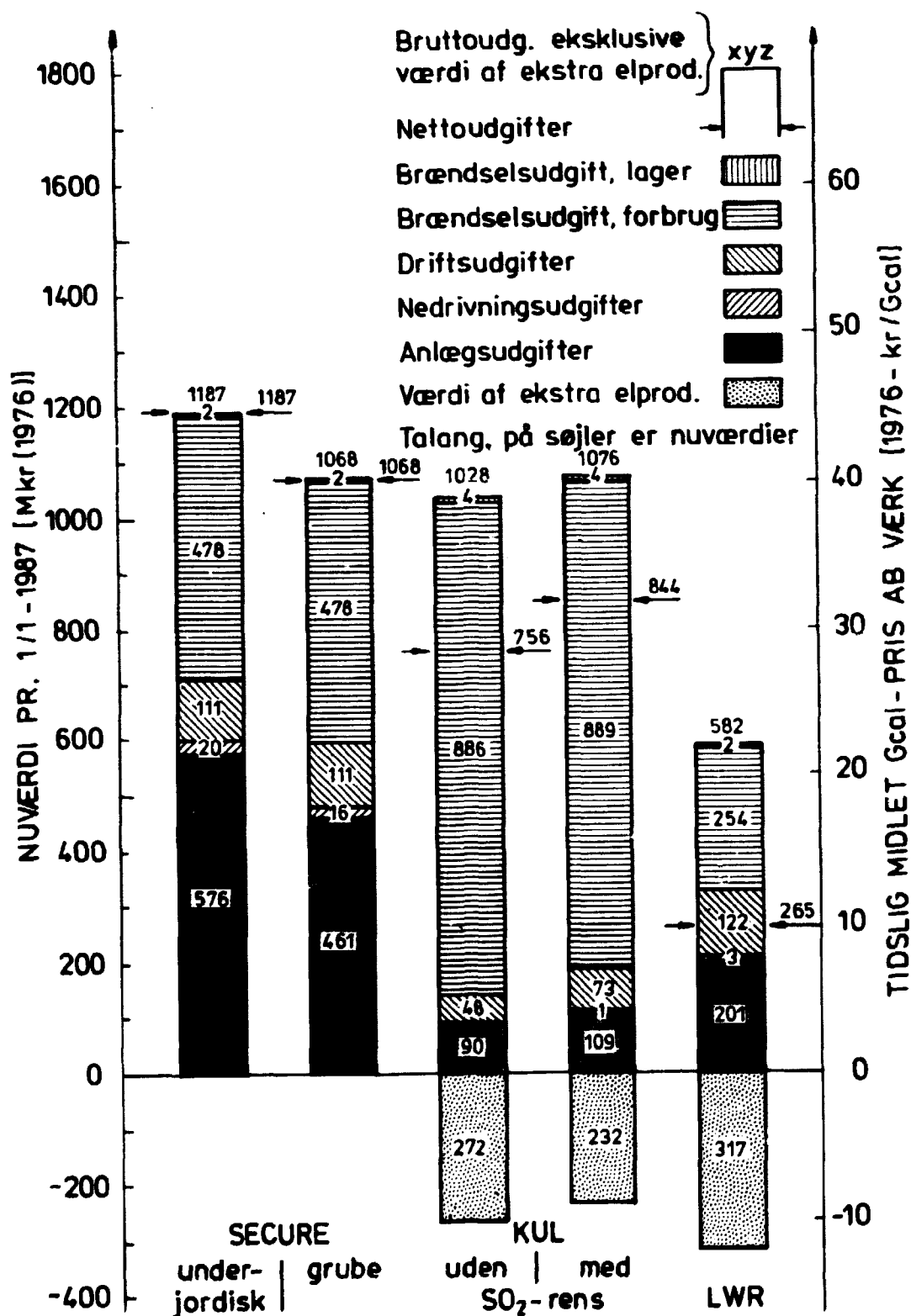


Fig. 6: Udgifter til SECURE og ekstraudgifter til udtagsværke i forhold til kondensationsværker. Varmeeffekt 400 MW_t. Brændselspriser stiger 3% p.a. fra 1976. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget her.

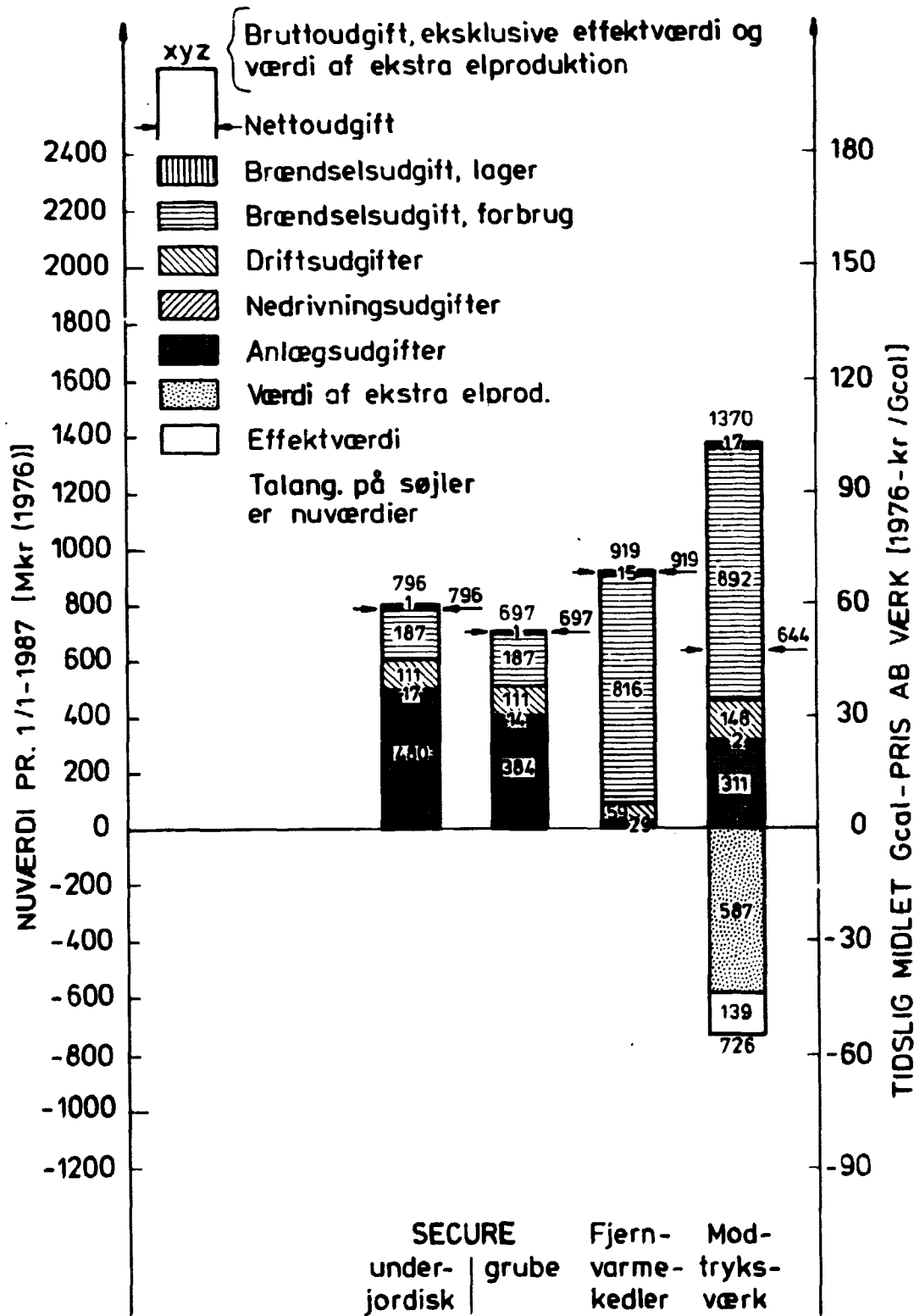


Fig. 7: Udgifter til SECURE samt udgifter til oliefyrede fjernvarmekedler og til et kulfyret modtrykswærk. Varmeeffekt 200 MW_t. Faste brændselspriser. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget.

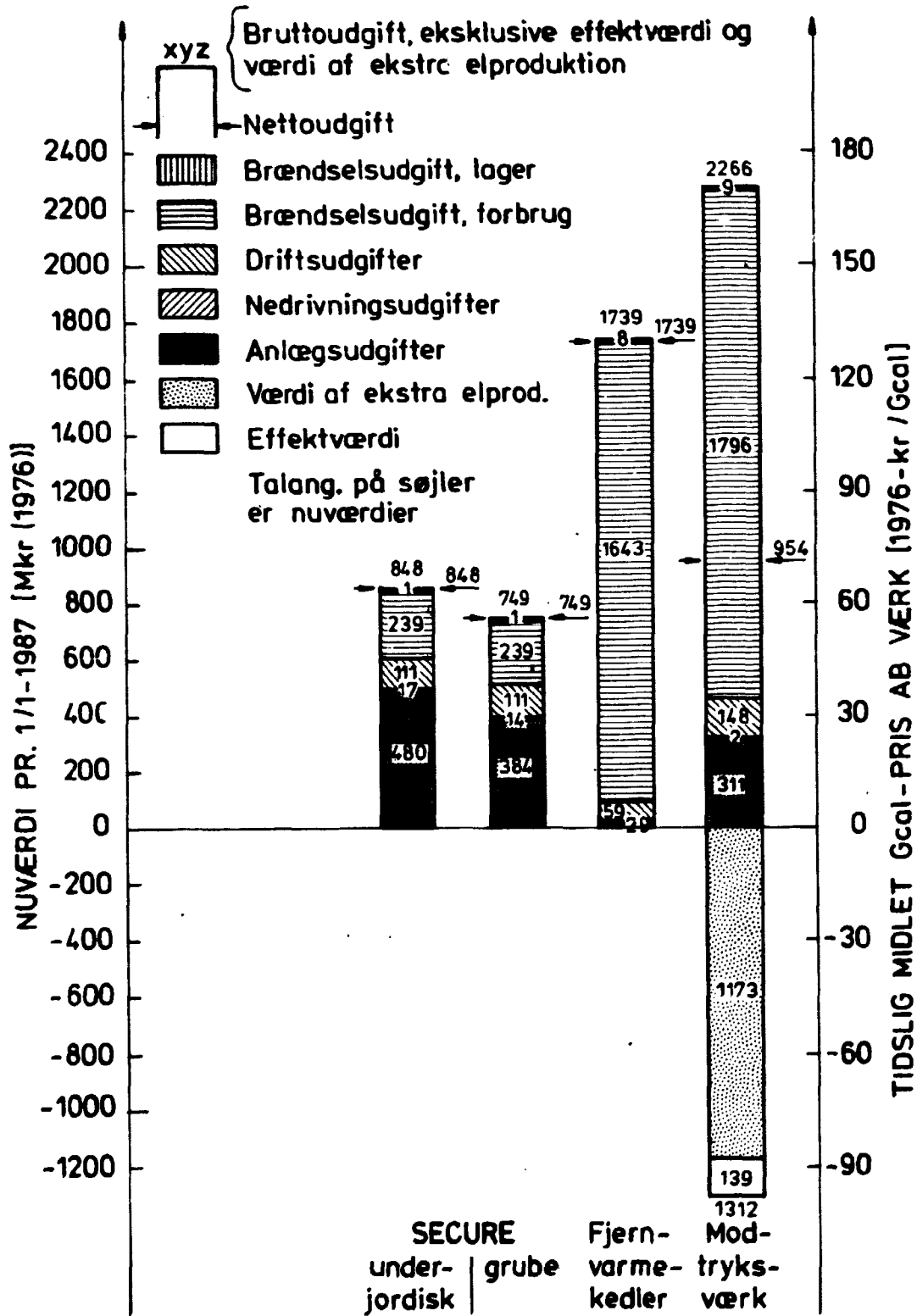


Fig. 8: Udgifter til SECURE samt udgifter til oliefyrede fjernvarmekedler og til et kulfyret modtryksværk. Varmeeffekt 200 MW_t. Brændselspriser stiger 3% p.a. fra 1976. Udgifter til transmissionsledninger er ikke medtaget.

VII. UDGIFTER TIL TRANSMISSIONSLEDNINGER

Udgifter til varmetransmissionsledning er her beregnet som udgift (nuværdi pr. 1/1 1987, 1976-kr) pr. km dobbeltledning nedlagt i betonkanal. Denne forenklede metode er anvendt, da der ellers må udføres en mere detaljeret projektering af konkrete placeringer af værker i forhold til forbrugsområder - og en sådan detaljeret projektering ligger uden for denne rapportes rammer.

De totale udgifter til transmissionsledningen er sammensat af følgende fem dele:

- 1) anlæg af selve rørledningen
- 2) anlæg af pumpestationer m.m.
- 3) effekt til pumper (extra effekt installeret på elværk)
- 4) energi til pumper (extra elproduktion på elværk)
- 5) elfordelingsnet (extra udbygning af højspændingsnettet)

Da de betragtede værker ikke arbejder med samme forskel mellem fremløbs- og retur-temperatur (se bilag 1), kræver de transmissionsledninger af forskellige dimensioner. Der er her angivet udgifter til transmissionsledninger på 100, 200 og 400 MW_t, da også varmforsyning af to (lige store) varmforsbrugsområder er undersøgt.

De detaljerede beregninger af udgifterne er angivet i bilag 3. Her skal blot i tabel 2 vises de totale udgifter pr. km transmissionsledning. M.h.t. udgifternes fordeling på de ovennævnte 5 poster henvises til bilag 3.

Som tidligere nævnt vil der ikke blive beregnet transmissionsledninger til fjernvarmekedler eller modtryksværk, da disse ligesom varmerekatoren kan nærforlægges til forbrugsområdet.

			Varmeproducent			
			SECURE	Kulfyret udtagsværk uden SO ₂ - rensning	Kulfyret udtagsværk med SO ₂ - rensning	LWR udtagsværk
Nuwardi pr. 1/1 1987. 1976-Mkr./km dobbeltledning						
Arlig brændsels- prisstigning fra 1976	0%	100 MW _t	7,74	7,04	7,18	5,64
		200 MW _t	11,62	10,76	11,04	8,82
		400 MW _t	18,63	16,77	17,22	13,49
	3%	100 MW _t	9,04	7,89	8,06	5,76
		200 MW _t	12,96	12,39	12,73	8,98
		400 MW _t	21,20	19,40	19,96	13,72

Tabel 2: Totale udgifter pr. km transmissionsledning.

IIX. SAMMENLIGNING AF DE FORSKELLIGE VÆRKER, INCL. TRANSMISSIONSLEDNINGER

For sammenligning af SECURE og de behandlede udtagsværker undersøges to konfigurationer, A og B, vist i fig. 9.

Konfiguration A:

Her sammenlignes udgifterne ved at forsyne et varmekonsums-
område fra SECURE anbragt i afstanden x_1 fra forbrugsområdet
med udgifterne ved at forsyne samme område fra alternative vær-
ker anbragt i afstanden x_2 fra forbrugsområdet.

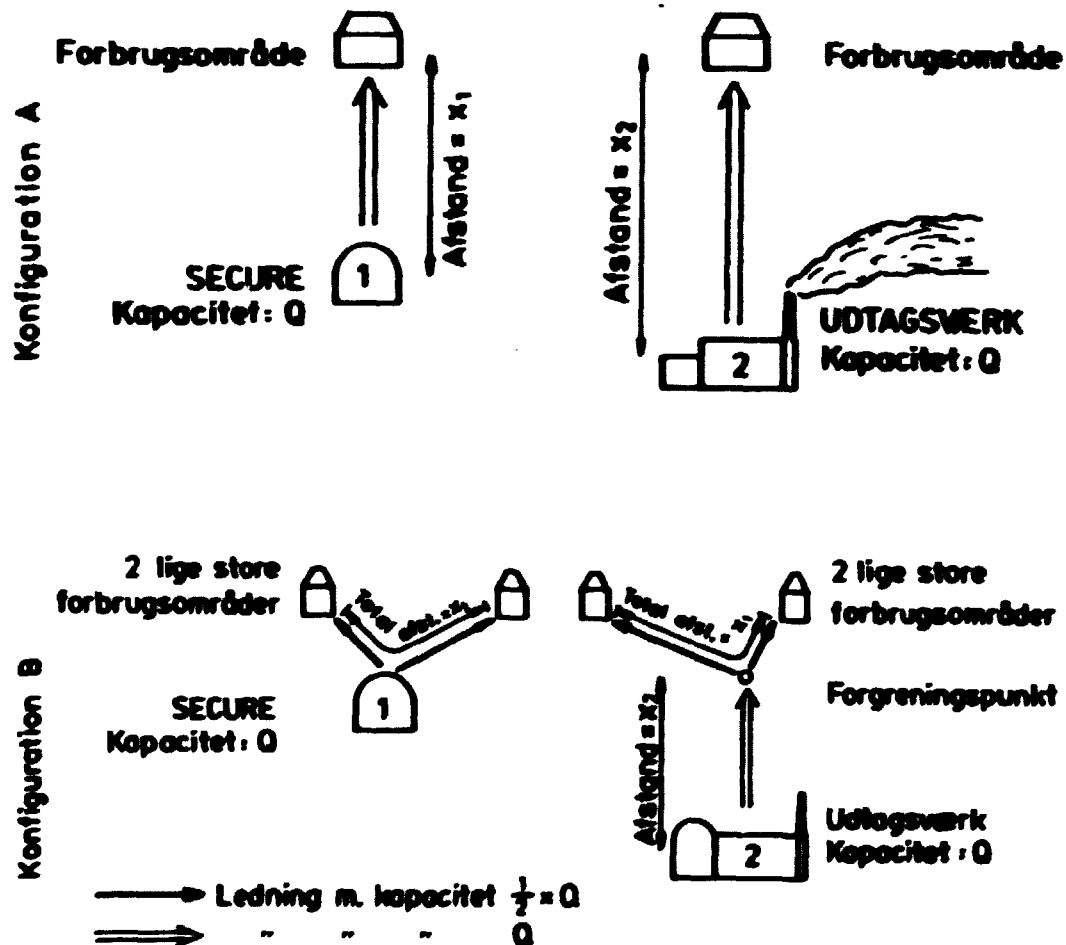


Fig. 9. Konfiguration A og B.

Konfiguration B:

Her sammenlignes udgifterne ved at forsyne to lige store forbrugsområder fra en SECURE reaktor med kapaciteten Q (200 eller 400 MW_t) (v.h.a. transmissionsledninger med kapacitet $\frac{1}{2} \cdot Q$ og total længde x_1) med udgifterne ved at forsyne de samme områder fra alternative værker (v.h.a. en transmissionsledning med kapacitet Q og længde x_2 , som forgrenes ud i ledninger med kapacitet $\frac{1}{2} \cdot Q$ og total længde x_1).

Ud fra de beregnede (ekstra) udgifter til de forskellige varmeproducerende værker og ud fra de beregnede udgifter pr. km transmissionsledning kan det grafisk vises, hvor langt fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE. Fig. 10 og 1' viser situationen for en produktionskapacitet på 200 MW_t , når SECURE er anlagt i underjordisk, h.h.v. grubeform-lægning. Tilsvarende viser fig. 12 og 13 forholdene, når produktionskapaciteten på de sammenlignede værker er 400 MW_t .

Nomenklatur til fig. 10-17:

x_1 :	afstand	} se fig. 9
x_2 :	afstand	
A:	konfiguration A	
B:	konfiguration B	
0%:	brændselspriser faste	} målte i faste kroner
3%:	brændselspriser stiger 3% p.a. fra 1976	
Kul u.:	udtag på <u>kul</u> fyret værk <u>uden</u> SO_2 -rensning af røggasserne	} { alternativ, som sammenlignes med SECURE.
Kul m.:	udtag på <u>kul</u> fyret værk <u>med</u> SO_2 -rensning af røggasserne	
LWR:	udtag på <u>LWR</u> -anlæg	

Produktionskapacitet 200 MW_t:

Konfiguration A:

Går man ud fra, at SECURE (underjordisk, h.h.v. grubeforlægning) må ligge midt i forbrugsområdet (hvad der nok er urealistisk), viser fig. 10 og 11, at det er billigere at lave et udtag på et kulfyret elværk, som ligger op til 35 km, h.h.v. 28 km væk, hvis brændselsprisen (i faste kroner) stiger 3% p.a. fra 1976. Hvis brændselspriserne er faste, kan det kulfyrede elværk ligge op til 50 km, h.h.v. 41 km, væk fra forbrugsområdet og stadig være mere økonomisk end SECURE (underjordisk, h.h.v. grubeforlægning).

Sammenlignes på samme måde bygningen af et udtag på et LWR-elværk med SECURE placeret midt i forbrugsområdet, ses i fig. 10 og 11, at LWR-værket kan ligge op til 64-74 km, h.h.v. 52-63 km, fra forbrugsområdet og stadig være billigere end SECURE (underjordisk, h.h.v. grubeforlægning).

For hver gang SECURE fjernes 10 km længere fra forbrugsområdet, kan et kulfyret udtagsværk lægges yderligere 10-11 km væk, og et LWR-udtagsværk kan lægges yderligere 13-14 km væk.

Som omtalt side 11 vil en antagelse om, at uranprisen ikke stiger, mens kulprisen stiger 3% p.a. fra 1976, medføre, at SECURE (200 MW_t) vil være mindst 270 Mkr. (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987) dyrere end kul-alternativerne. Dette beløb svarer til udgifterne til ca. 20 km transmissionsledning (200 MW_t) til det kulfyrede udtagsværk.

Hvis de konventionelle udtagsværker (200 MW_t) ikke er kulfyrede, men oliefyrede, vil de på side 11 angivne merudgifter (som fremkommer, fordi fuelolie er væsentlig dyrere end kul) svare til ca. 8, h.h.v. 13 km transmissionsledning til udtagsværket (årlige brændselsprisstigninger 0%, h.h.v. 3%). Den afstand x_2 , i hvilken udtagsværket skal ligge fra forbrugsområdet for at balancere med SECURE, reduceres altså med disse afstande (8, h.h.v. 13 km).

De anførte afstande x_2 , i hvilke de forskellige alternativer skal ligge fra forbrugsområdet for økonomisk at balancere med en 200 MW_t SECURE reaktor, som ligger midt i forbrugsområdet ($x_1 = 0$ km), er samlet i tabel 3 (idet visse afstande også er angivet mere detaljeret).

		SECURE (200 MW _t)			
		Arlig brændselspris- stigning	underjordisk forlægning	grubeforlægning	
Udtagsværk (200 MW _t)	kulfyret	0%	49 - 52	40 - 43	x ₂ (km)
		3%	34 - 37	26 - 29	
		uran 0%, kul 3%	29 - 33	21 - 25	
	oliefyret	0%	ca. 42	ca. 33	
		3%	ca. 22	ca. 15	
	LWR	0%	64	52	
		3%	74	63	

Tabel 3: Tabellen viser, i hvilken afstand x₂ det enkelte udtagsværk skal ligge fra forbrugsområdet for økonomisk at balancere med en 200 MW_t SECURE reaktor, som ligger midt i forbrugsområdet (x₁=0 km). Hvor der for kulalternativerne er angivet to tal, svarer disse til et kulfyret værk med, h.h.v. uden SO₂-rensning af røgen

Konfiguration B:

Fig. 10 viser eksempelvis, at hvis SECURE (underjordisk forlægning) tænkes placeret midt mellem to lige store forbrugsområder med indbyrdes afstand 20 km, vil det være billigere at bygge et udtag på et kulfyret elværk, som ligger i en afstand fra det nærmeste forbrugsområde på op til 35-40 km, h.h.v. 50-55 km, når brændselsprisstigningerne fra 1976 er 3% p.a., h.h.v. 0% p.a. Tilsvarende kan et LWR-udtagsværk ligge op til 70-80 km væk.

Hvis SECURE i stedet for i underjordisk forlægning opføres i grubeforlægning, viser fig. 11, at de førnævnte afstande reduceres med kun ca. 10 km.

Det må således ud fra undersøgelserne af såvel konfiguration A som B konkluderes, at der hverken for faste eller stigende brændselspriser (3% p.a.) er nogen økonomiske fordele ved at bygge et 200 MW_t SECURE-anlæg, hvor man i stedet har mulighed for at hente varme fra et stort udtagsværk (kulfyret, oliefyret eller LWR) i rimelig afstand.

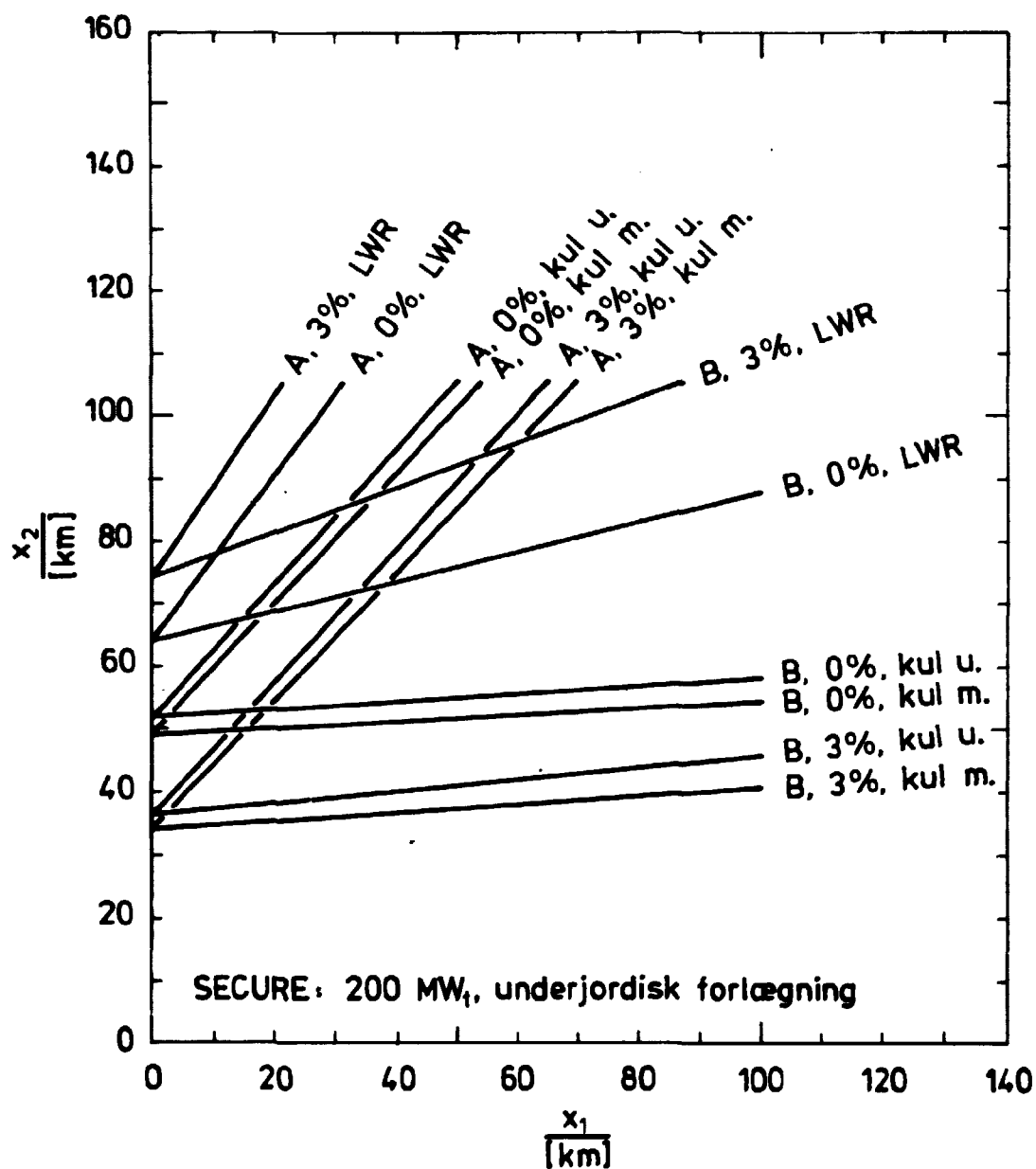


Fig. 10: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i underjordisk forlægning. Produktionskapacitet 200 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med ø markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

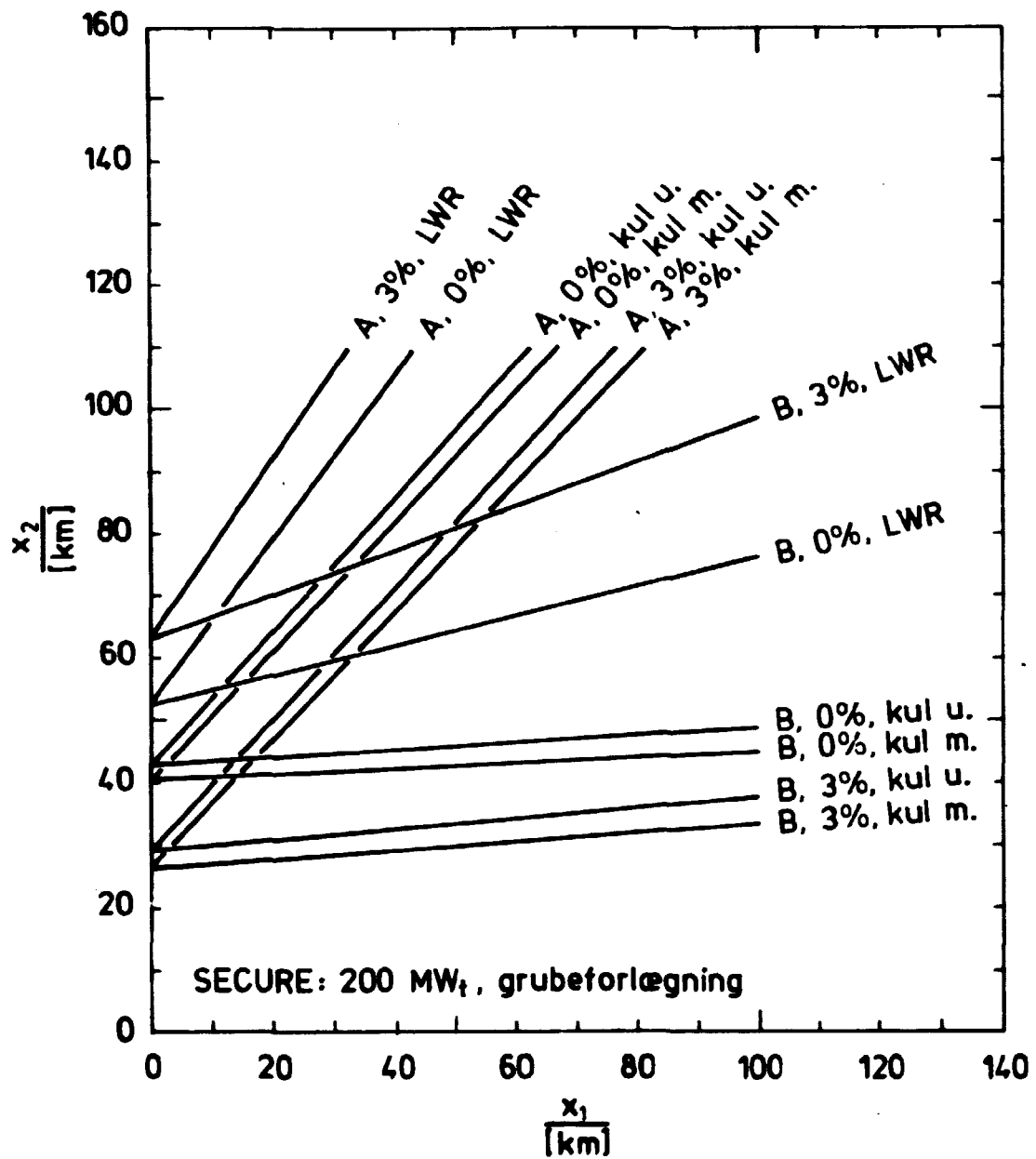


Fig. 11: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i grubeforlægning. Produktionskapacitet 200 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med ø markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

Produktionskapacitet 400 MW_t:

Fig. 12 og 13 viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet de enkelte typer af udtagsværker skal ligge for økonomisk at balancere med SECURE (400 MW_t).

Der kan her gennemføres en undersøgelse for kapaciteten 400 MW_t, lige som det i det foregående blev gjort for kapaciteten 200 MW_t. Resultatet er vist i tabel 4, hvoraf det fremgår, at SECURE nu er mere fordelagtig, hvilket især skyldes, at anlægsudgifterne til varmereaktoren kun er øget 20% ved fordoblingen af effekten¹⁾.

For hver gang SECURE fjernes 10 km længere fra forbrugsområdet, kan man, hvis der stadig skal være økonomisk balance, lægge et konventionelt udtagsværk yderligere 11 km væk, og et LWR udtagsværk yderligere 14-15 km væk.

Hvis de anvendte anlægsudgifter er korrekte (og forudsat varmereaktoren kan bygges tæt på forbrugsområdet), viser tabel 4, at SECURE (400 MW_t) ud fra et økonomisk synspunkt i nogle situationer må foretrækkes frem for visse andre muligheder:

- 1) Hvis kulprisen stiger væsentlig mere end uranprisen, er udgifterne til SECURE mindre end ekstraudgifterne ved at bygge et kulfyret udtagsværk i stedet for et kondensationsværk af tilsvarende type - forudsat udtagsværket ikke kan anlægges meget tæt på forbrugsområdet.
- 2) Hvis både kul- og uranpriserne stiger 3% p.a., kan en SECURE reaktor (400 MW_t) i grubeforlæg konkurrere med et kulfyret udtagsværk, som må placeres mere end 11-16 km fra forbrugsområdet.
- 3) Hvis både olie- og uranpriserne stiger 3% p.a., kan SECURE (400 MW_t) konkurrere med et oliefyret udtagsværk, som ligger midt i forbrugsområdet.

¹⁾ Hvis vi i stedet for disse 20% anvender de i fodnote 3 side 44 nævnte 68%, må udgifterne til SECURE (400 MW_t) forøges med 239 Mkr., h.h.v. 191 Mkr. (1976-kr., nuværdi pr. 1/1 1987) for underjordisk, h.h.v. grubeforlægning. Disse beløb svarer til udgifterne til 13, h.h.v. 10 km ekstra transmissionsledning til de konventionelle udtagsværker og til 18, h.h.v. 14 km til LWR udtagsværket.

Derimod viser tabel 4, at SECURE (400 MW_t) i ingen af de betragtede situationer kan konkurrere med et LWR udtagsværk - og heller ikke med et olie- eller kulfyret udtagsværk, når samtlige brændselspriser er faste.

			SECURE (400 MW _t)	
			underjordisk forlægning	grubeforlægning
Arlig brændselspris- stigning				
Udtagsværk (400 MW _t)	kulfyret	0%	33 - 38	26 - 31
		3%	17 - 22	11 - 16
		uran 0%,kul 3%	12 - 17	6 - 11
	oliefyret	0%	ca. 26	ca. 18
		3%	ca. 3	(ca. -3)
	LWR	0%	53	44
3%		67	59	

x₂ (km)

Tabel 4: Tabellen viser, i hvilken afstand x_2 det enkelte udtagsværk skal ligge fra forbrugsområdet for økonomisk at balancere med en 400 MW_t SECURE reaktor, som ligger midt i forbrugsområdet ($x_1=0$ km). Hvor der for kulalternativerne er angivet to tal, svarer disse til et kulfyret værk med, h.h.v. uden SO₂-rensning af røgen.

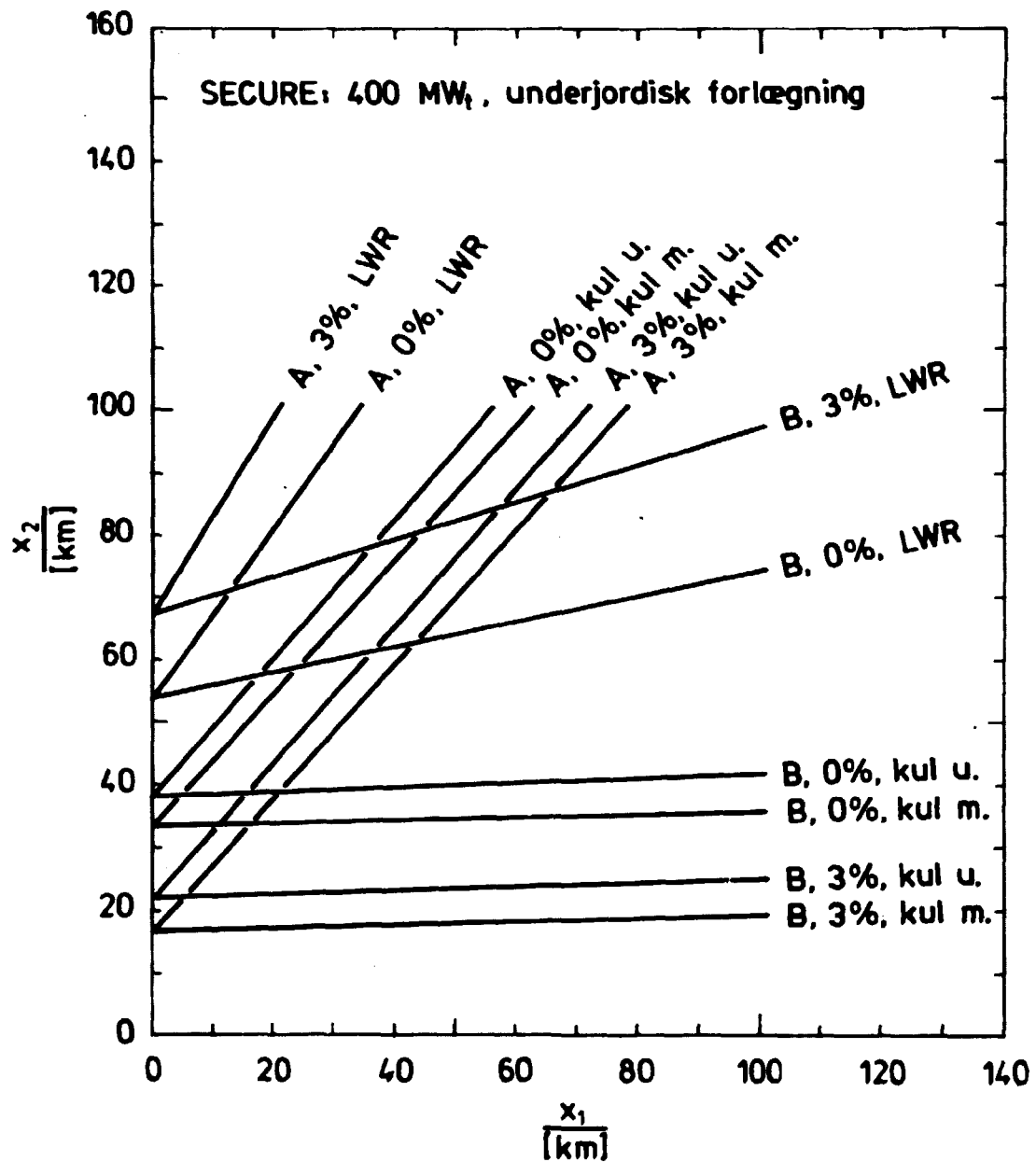


Fig. 12: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i underjordisk forlægning. Produktionskapacitetet 400 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med ● markerede priser på rørledninger.
Nomenklatur: se side 23.

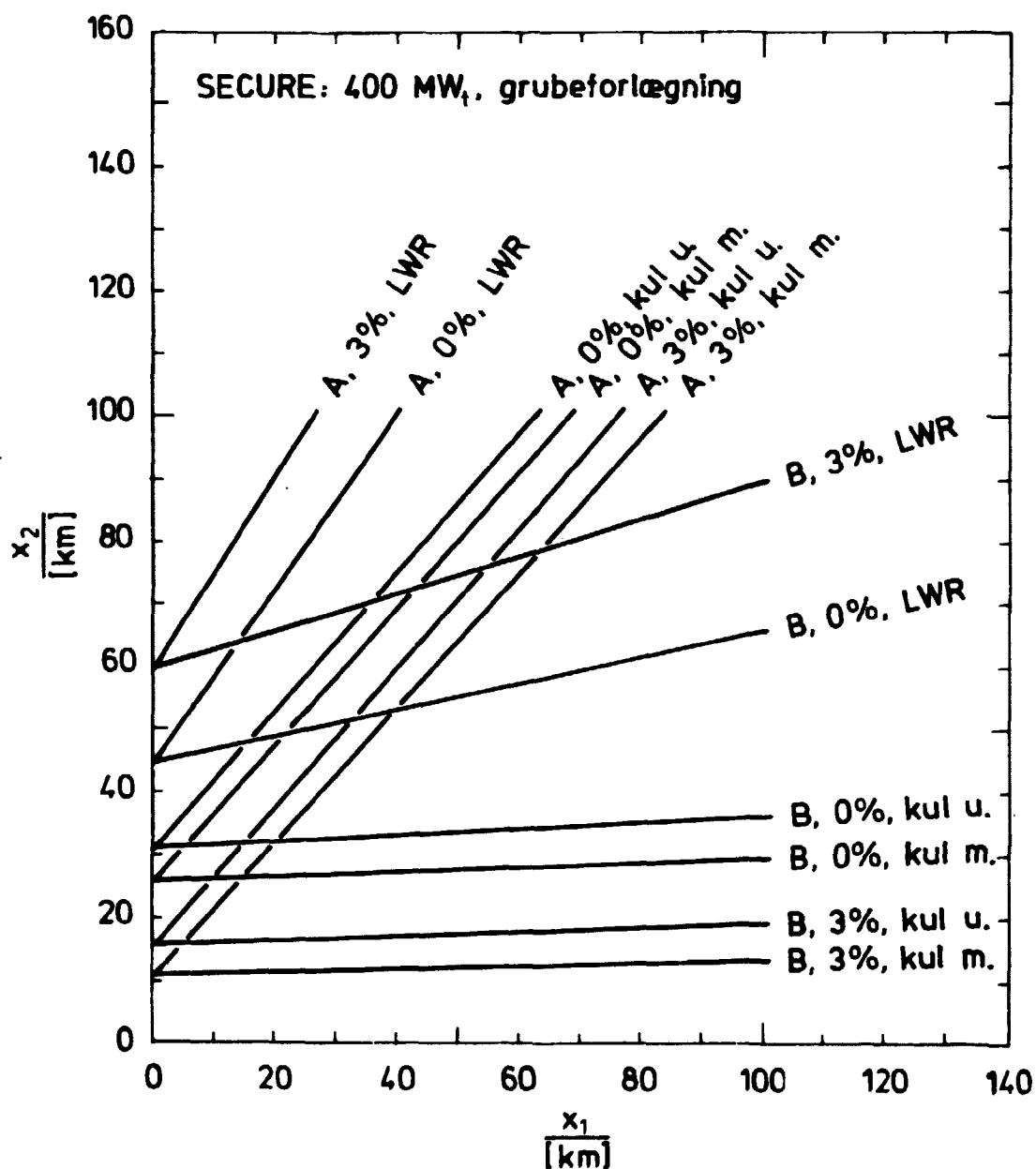


Fig. 13: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i grubeforlægning. Produktionskapacitet 400 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med o markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

IX. ÆNDRERE PRISER PÅ TRANSMISSIONSLEDNINGER

Hvis man anvender lavere priser for rørledninger (markeret med ■ i bilag 3 fig. 3.4), viser fig. 14, 15, 16 og 17, hvor langt de enkelte typer af værker skal ligge fra forbrugsområdet (forbrugsområderne), for at de økonomisk balancerer med SECURE. Alle andre priser er som angivet i det foregående, d.v.s. også priser for anlæg af pumpestationer m.m.

Ved sammenligning med de tilsvarende figurer 10, 11, 12 og 13 fremgår det, at de lavere priser for rørledninger som forventet forringer SECURE's muligheder i konkurrencen med udtagsværkerne.

Dog vil konklusionen fra det tidligere ikke ændres væsentlig, idet en 400 MW_t SECURE varmereaktor anlagt i grubeforlægning midt i forbrugsområdet stadig vil kunne konkurrere med et kulfyret udtagsværk, som ligger mere end ca. 20 km fra forbrugsområdet - forudsat brændselspriserne stiger 3% p.a. Ligeledes vil en 400 MW_t reaktor være konkurrencedygtig overfor et kulfyret udtagsværk, dersom kulprisen stiger væsentlig mere end uranprisen, og overfor et oliefyret udtagsværk, dersom brændselspriserne (olie og uran) stiger 3% p.a.

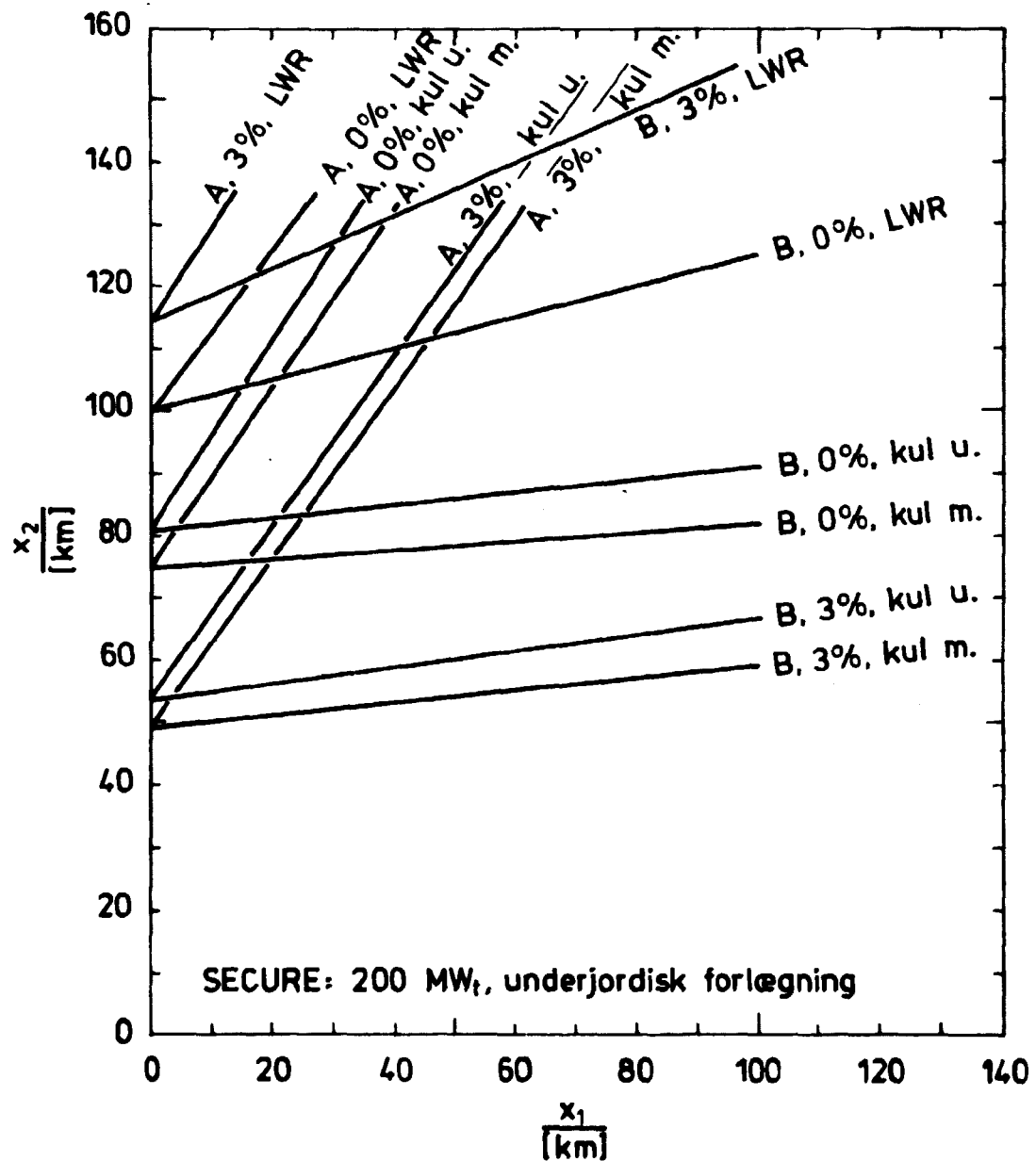


Fig. 14: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i underjordisk forlægning. Produktionskapacitet 200 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med ■ markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

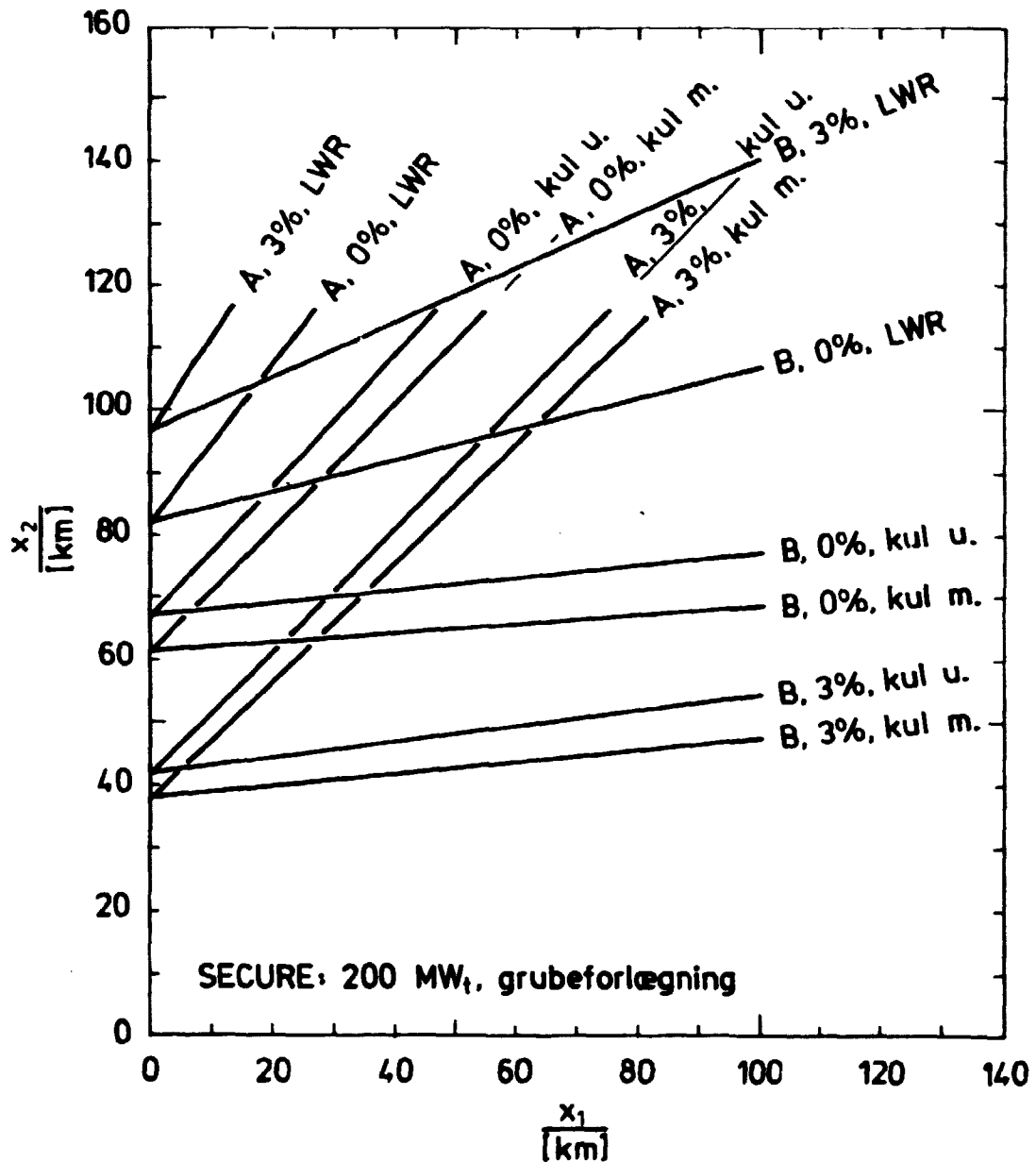


Fig. 15: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i grubeforlægning. Produktionskapacitet 200 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med ■ markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

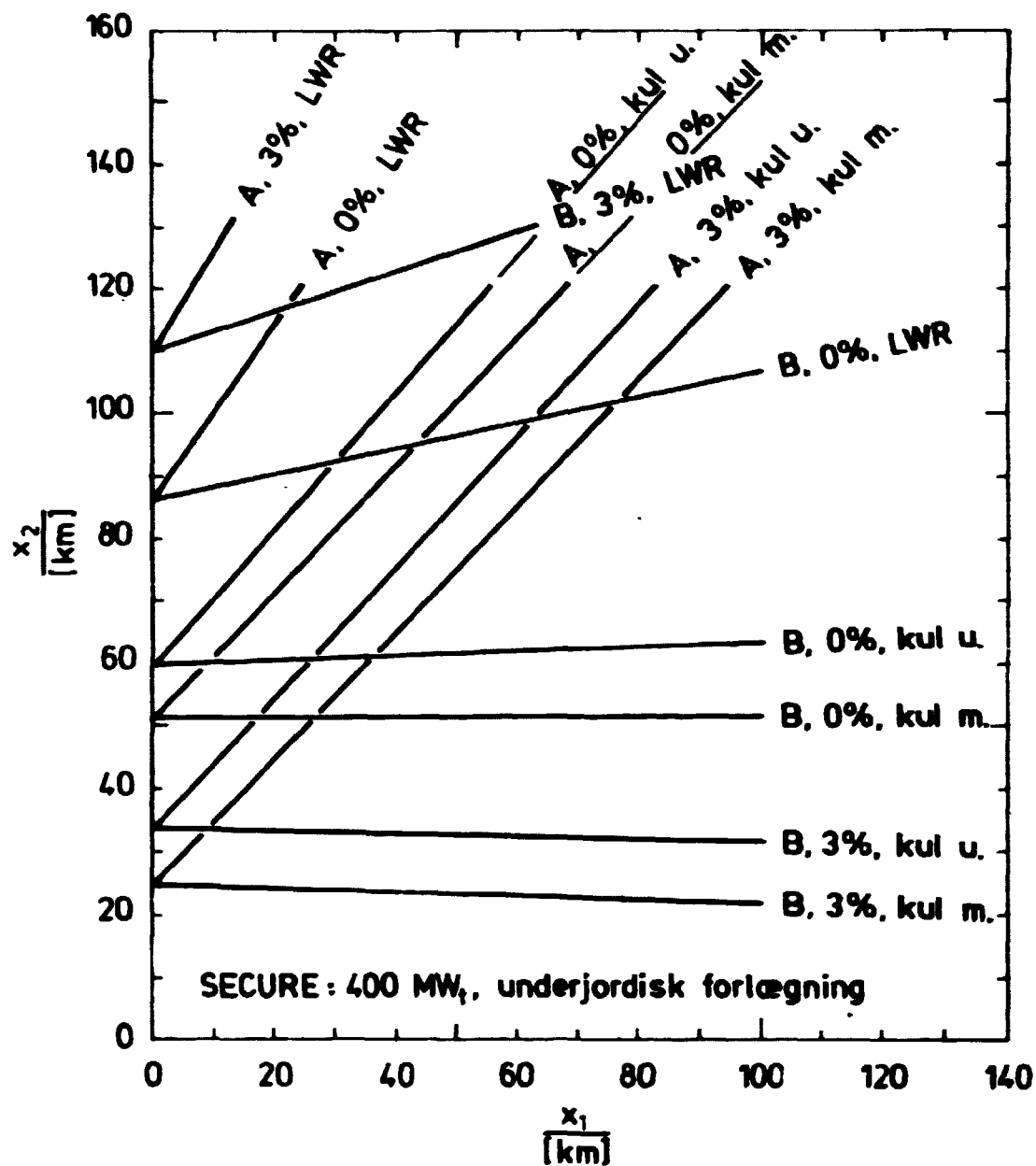


Fig. 16: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i underjordisk forlægning. Produktionskapacitet 400 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 med \square markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

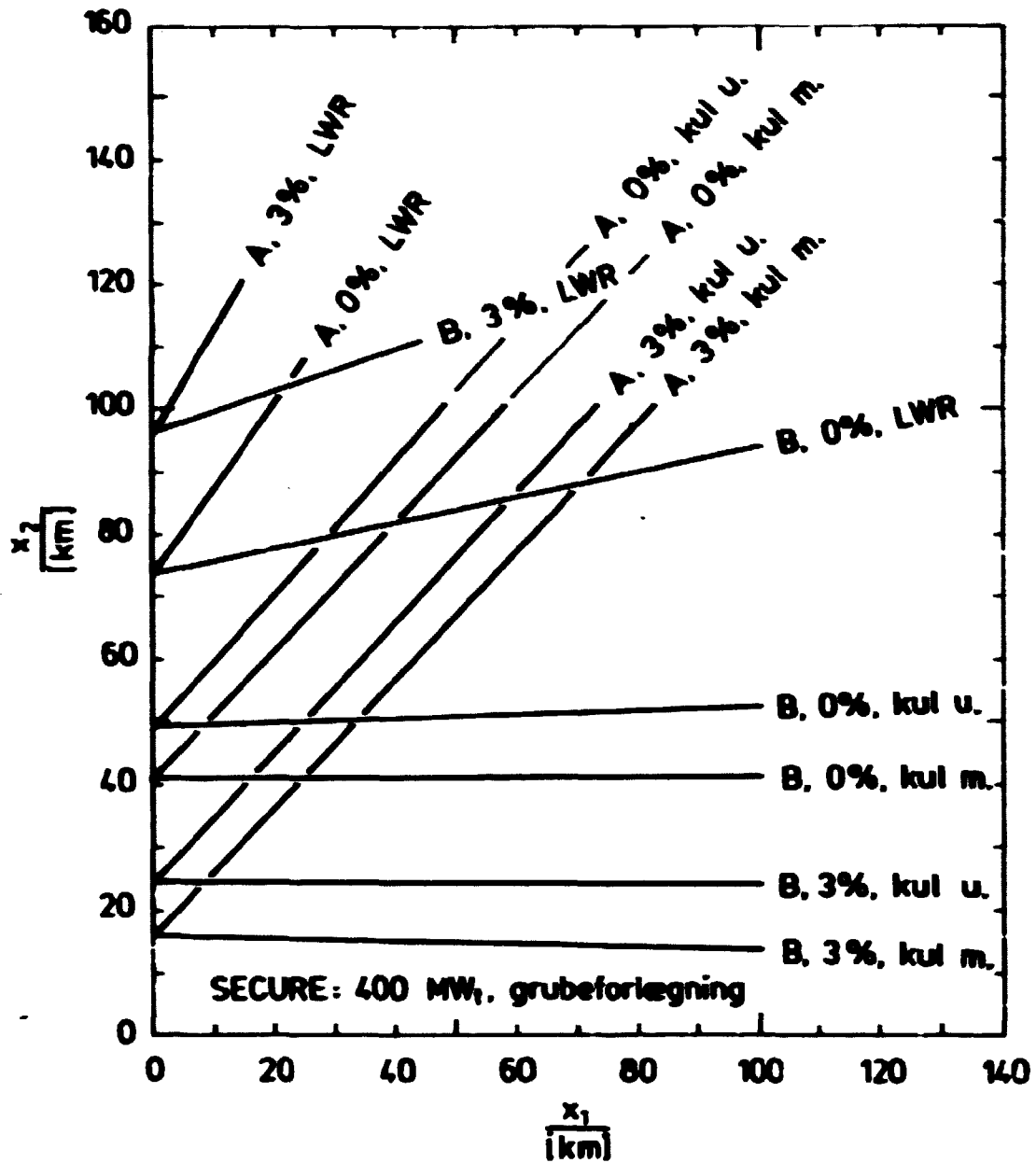


Fig. 17: Figuren viser, hvor langt væk fra forbrugsområdet (forbrugsområderne) de enkelte typer af udtagsværker skal ligge, for at de økonomisk balancerer med SECURE i grubeforlægning. Produktionskapacitet 400 MW_t. Der er anvendt de i bilag 3 fig. 3.4 markerede priser på rørledninger. Nomenklatur: se side 23.

X. KONKLUSION

Rapporten beskriver en undersøgelse af muligheden for indpasning af den svensk-finske SECURE varmereaktor i dansk fjernvarmeforsyning. Undersøgelsen bygger på eksisterende varmebehovsprognoser.

SECURE er projekteret i to størrelser, 200 MW_t og 400 MW_t. Der er ved konstruktionen af reaktoren indbygget store sikkerhedsmarginer, som skulle muliggøre nærforlægning til forbrugsområder. SECURE vil derfor i almindelighed medføre kortere transmissionsveje for fjernvarme end store kulfyrede eller kerne-kraftvarmeværker. Udover kapital- og driftsomkostninger for værkerne spiller investeringer i fjerntransmissionsledninger derfor en afgørende rolle for konkurrencen imellem SECURE og kraftvarmeværker.

Rapporten behandler 200 MW_t og 400 MW_t SECURE-anlæg i såvel underjordisk forlægning som grubeforlægning. Ved underjordisk forlægning tænkes reaktoren lagt i en dybde af indtil 50 m, medens den ved grubeforlægning er nedgravet umiddelbart under jordoverfladen.

Varmereaktoren er sammenlignet med følgende "traditionelle" udbygninger af fjernvarmeforsyningen:

- (i) Fjernvarmeudtag på 600 MW_e kulfyret kraftværk
- (ii) Fjernvarmeudtag på 900 MW_e letvandsreaktor (LWR)
- (iii) Oliefyrede fjernvarmecentraler
- (iiii) Kulfyrede decentrale modtryksværker.

Mere kortfattet er der også foretaget en sammenligning med oliefyrede udtagsværker og modtryksværker samt med kulfyrede fjernvarmecentraler.

Den kvantitative sammenligning er foretaget ved at bestemme, i hvilken afstand de "traditionelle" værker kan placeres fra SECURE og forbrugsområdet, for stadig at være konkurrencedygtige. Sammenligningen er gennemført såvel med konstante som med stigende brændselspriser (3% p.a.).

For de varmemeforbrugsområder i Danmark, som ikke i forvejen er dækket af kraftvarmeværker, viser undersøgelsen, at der kun i Københavnsområdet findes et varmebehov, som er stort nok til at danne grundlag for opførelse af en SECURE reaktor. Dersom man i løbet af nogle år, når de nuværende kraftvarmeværker må skrottes, eventuelt vil erstatte disse med varmereaktorer, kom-

mer også Odense, Århus, Ålborg og Esbjerg ind i billedet.

Af de økonomiske vurderinger i rapporten fremgår det, at 200 MW_t SECURE-anlæg under visse forudsætninger er billigere end en udbygning med fjernvarmekedler eller med modtryksværker. Derimod er 200 MW_t varmereaktorer ikke konkurrencedygtige overfor store udtagsværker, hvadenten der er tale om konventionelle værker eller kernekraftværker. Eksempelvis kan et kulfyret kraftvarmeværk ligge ca. 30 km længere væk fra forbrugsområdet end et 200 MW_t SECURE-anlæg, og en LWR ca. 60 km længere væk, og stadig være konkurrencedygtige.

Derimod viser undersøgelserne, at under visse omstændigheder kan et 400 MW_t SECURE-anlæg i grubeforlægning konkurrere med konventionelle udtagsværker.

En sammenfatning af konkurrenceevnen for begge størrelser af varmereaktoren i grubeforlægning overfor forskellige alternativer er givet i tabel 5. Da konkurrenceevnen er afhængig af brændselspriserne, er der vist resultater for forskellige brændselsprisstigninger. 400 MW_t SECURE-anlægget er kun sammenlignet med de store udtagsværker.

		Årlig brændselspris- stigning	SECURE (grubeforlægning)	
			200 MW _t	400 MW _t
UDTAGSVÆRK	kulfyret	kul og uran: 0%	-	-
		kul og uran: 3%	-	+
		kul 3%, uran 0%	-	+
	oliefyret	olie og uran: 0%	-	-
		olie og uran: 3%	-	+
	LWR	uran: 0%	-	-
	uran: 3%	-	-	
FJERNVARME- KEDLER	kulfyret	kul og uran: 0%	0	
		kul og uran: 3%	+	
	oliefyret	olie og uran: 0%	+	
		olie og uran: 3%	+	
MODTRYKSVÆRK	kulfyret	kul og uran: 0%	0	
		kul og uran: 3%	+	
	oliefyret	olie og uran: 0%	+	
		olie og uran: 3%	+	

Tabel 5: Konkurrenceevnen for SECURE varmereaktoren i grube-
forlægning. Symbolerne "+, o, -" angiver henholdsvis
en god, neutral og dårlig konkurrenceevne for varme-
reaktorer..

XI. REFERENCES

1. Varmeatlas, ELSAM 1977, og Introduktion af EDB-varmeatlas samt opvarmningsbehov øst for Storebælt, Kraftimport 1976.
2. Oplysninger fra ASEA-ATOM.
3. Jan Daub, En sammenligning af atomkraftværkers og fossile kraftværkers økonomi under danske forhold. Risø-M-1942.
4. Delrapport vedrørende kombinerede kraftvarmeanlæg, KR 34, DEFU 1977.

Bilag 1:
Data for de behandlede værker.

Data for kernekraft kondensations- og udtagsenheder samt
SECURE, baseret på ref. 2 og 3 og til dels ref. 4

Enhed		Mkr(5)	kr/kW _e pr.år	kr/MWh	Mkr/år	h/år	MW _e /MW _t	°C	°C				
960MW _e /400MW _t LWR udtagsenhed		3041kr/kW _e	55	392kr/kW _e	70	0	-	0.692	4400	0.33	0.15	120	70
930MW _e /200MW _t LWR udtagsenhed		3070kr/kW _e	55	396kr/kW _e	70	0	-	0.692	4400	0.33	0.15	120	70
900 MW _e LWR kondens-enhed		3100kr/kW _e	-	400kr/kW _e	67	0	-	0.692	-	0.33	-	-	-
400 MW _t SECURE grube- forlægning		426Mkr (1),(2),(3)	-	56Mkr	-	-	6,33	-	4400	-	-	95	60
400 MW _t SECURE ^t underjordisk forlægning		532Mkr (1),(3)	-	70Mkr	-	-	6,33	-	4400	-	-	95	60
200 MW _t SECURE ^t grube- forlægning		354Mkr (1),(2)	-	46Mkr	-	-	6,33	-	4400	-	-	95	60
200 MW _t SECURE ^t underjordisk forlægning		443Mkr(1)	-	58Mkr	-	-	6,33	-	4400	-	-	95	60
	Kontraktpri Kontraktpri for udtag (4) Nedrivnings- pris Faste drifts- udgifter Variable driftsudgifter Driftsudgifter Belastnings- faktor(6) Benyttelsestid for varme Virkningsgrad (el) C _p (reduktion af max.eleffekt) Fremløbstemp. Retur-temp.												

Fodnoter: se side 44

Data for kulfyrede kondensations- og udtagsenheder,
baseret på ref. 3 og til dels ref. 4

Enhed	kr/kW _e	kr/kW _t	kr/kW _e	kr/kW _e pr. år	kr/MWh	h/år	kcal/kWh	MW _e /MW _t	°C	°C
648MW _e /400MW _t kulfyret udtagsenhed m/SO ₂ -rensning	2248	57	68	40	5,6	0.676	4400	2200	0,12	100 60
648MW _e /400MW _t kulfyret udtagsenhed u/SO ₂ -rensning	1759	57	49	23	3,2	0.706	4400	2100	0,12	100 60
624MW _e /200MW _t kulfyret udtagsenhed m/SO ₂ -rensning	2273	57	69	40	5,6	0.676	4400	2200	0,12	100 60
624MW _e /200MW _t kulfyret udtagsenhed u/SO ₂ -rensning	1780	57	49	23	3,2	0.706	4400	2100	0,12	100 60
600MW _e kulfyret kondens-enhed m/SO ₂ -rensning	2300	-	70	39	5,6	0.676	-	2200	-	- -
600MW _e kulfyret kondens-enhed u/SO ₂ -rensning	1800	-	50	22	3,2	0.706	-	2100	-	- -
	Kontraktpriis (7)	Kontraktpriis for udtag (4)	Nedrivnings- pris	Faste drifts- udgifter	Variable driftsudgifter	Belastnings- faktor (6)	Benyttelsestid for varme	Brandsels- forbrug	C _y (reduktion af max.eleffekt)	Fremløbstemp. Retur-temp.

Fodnoter: se side 44

Værdi af modtagne anlægsleverancer i % af kontraktpris:

år før idriftsættelsen	kulfyrede kondensations- og udtagsværker	LWR kondensations- og udtagsværker
0-1	9%	6%
1-2	23%	15%
2-3	36%	27%
3-4	21%	25%
4-5	8%	16%
5-6	3%	8%
> 6		3%

For SECURE opgives byggerenterne til 8,31% (ved realrente 4% p.a.).

- (1) Senere modtagne oplysninger fra ASEA-ATOM viser, at den specifikke kontraktpris for ASEA-ATOM's BWR reaktorer er ca. 10% større end, hvad der normalt regnes med for danske forhold. Hvis man går ud fra, at dette også gælder for SECURE, skal den benyttede kontraktpris altså reduceres med 10%.
- (2) ASEA-ATOM angiver, at anlægsudgiften ved grubeforlægning svarer til 80% af værdien ved underjordisk forlægning. Disse 80% er en foreløbig skønnet værdi fra ASEA-ATOM. Tidligst i efteråret 1978 vil man kunne give en mere gennemarbejdet værdi. Også nedrivningsudgifterne er reduceret med 20%.
- (3) Ifølge ASEA-ATOM forøges kontraktprisen med kun 20%, når SECURE's størrelse fordobles fra 200 MW_t til 400 MW_t (443 Mkr. · 1,20 = 532 Mkr.). Denne forøgelse med 20% synes meget lille, når man sammenligner med, at det tilsvarende tal for svenske LWR-anlæg er 68%. Denne værdi opgives af: Group of Experts on Electric Power, United Nations. Economic and Social Council. EP/GE.3/R.16. Anvendes værdien 68% fås i stedet for 532 Mkr: 443 · 1,68 = 744 Mkr. (kontraktpris).
- (4) Ref. 4.

- (5) Incl. byggerenter.
- (6) De her benyttede belastningsfaktorer b er beregnet som et vægtet gennemsnit af de varierende belastningsfaktorer b_n i ref. 3: $b = \sum_{n=1}^{30} b_n \cdot (1+r)^{-n} / \sum_{n=1}^{30} (1+r)^{-n}$.
- (7) De anførte kontraktpriser gælder for værker, der kan fyres med både kul og olie.

Data for fjernvarmekedler

Kontraktpris:	280.000 kr./(Gcal/h)	(1)
Byggeaktivitet ligeligt fordelt over to år.		
Driftsudgifter:	3,8 kr./MWh _t	(2)
Effektivitet (nye kedler):	90%	
Brændselspris (fuelolie):	55 kr./Gcal	
Største kedel:	100 MW _t	

Data for modtryksværk 84 MW_e, 200 MW_t:

Kontraktpris:	3.392 kr./kW _e	(4)
Byggerenter:	9,31%	
Faste driftsudgifter:	60 kr./(kW _e ·år)	(3)
Variable driftsudgifter:	9 kr./MWh _e	
Total virkningsgrad:	85%	
Fremløbstemperatur:	100°C	
Benyttelsestid:	4.400 h	
Brændselspris (kul):	40 kr./Gcal	
Tidslig midlet værdi af elproduktion:		
Brændselspriser faste	9 ø/kWh _e	
Brændselspriser stiger		
3% p.a. fra 1976	18 ø/kWh _e	
Effektværdi:	1.500 kr./kW _e	

(Effektværdien regnes som en negativ kontraktpris, byggerenter = 10,64%).

- (1) Anvendt ved udarbejdelsen af Koordineret Kraftværksudbygning, KK III. Danske Elværkers Forening, juni 1977.
- (2) Danmarks Energiforsyning 1990-2005, rapport nr. 3, IFIAS, marts 1976.
- (3) Ref. 4 i hovedrapporten
- (4) Den anførte kontraktpris gælder for et modtryksværk, som kan fyres med både olie og kul. Dampdata: 90 bar, 500°C.

Kulpris: 40 kr/Gcal (i 1976).

Brændselsudgifter i LWR og SECURE:

Udgangspunktet er priserne i ref. 3, hvorfra de tidsligt midlede brændselsudgifter til en LWR med oparbejdning af brugt brændsel er hentet (gældende for brændselsprisstigning 2% p.a.). Disse tidsligt midlede brændselsudgifter er korrigeret på flere måder:

- 1) Først er der foretaget en omregning fra brændselsprisstigning 2% p.a. til 0% p.a. og 3% p.a. De herved fremkomne brændselspriser anvendes for LWR.
- 2) Dernæst er der foretaget en yderligere omregning, idet der i SECURE ikke benyttes samme berigning eller udbrænding, som er anvendt for LWR i ref. 3 ligesom også restindholdet af plutonium er anderledes. Ved denne omregning er benyttet følgende værdier gældende for udskiftningsbrændsel:

	LWR	SECURE	Enhed
Middelberigning af frisk brændsel	3.21	2.58	vægt % U-235
Middelberigning af brugt brændsel	0.90	0.90	- - -
tail	0.25	0.25	- - -
middeludbrænding	32600	21800	MWd/ton U
Pu-mængde i brugt brændsel	7.0	5.4	g fiss. Pu/kg U

De således beregnede tidsligt midlede brændselsudgifter er vist på næste side.

Tidslig midlet kWh-udgift til brændsel:

		Årlig prisstigning på råuran, resturan og Pu.					
		0%		2%		3%	
		ϕ/kWh_e	ϕ/kWh_t	ϕ/kWh_e	ϕ/kWh_t	ϕ/kWh_e	ϕ/kWh_t
LWR	natururan	1.57	0.52	2.5	0.83	3.17	1.05
	konversion	0.1	0.03	0.1	0.03	0.1	0.03
	berigning	1.1	0.36	1.1	0.36	1.1	0.36
	fabrikation	0.4	0.13	0.4	0.13	0.4	0.13
	oparbejdning	0.6	0.20	0.6	0.20	0.6	0.20
	Pu	-0.32	-0.11	-0.5	-0.17	-0.63	-0.21
	resturan	-0.38	-0.13	-0.6	-0.20	-0.76	-0.25
	TOTAL	3.07	1.00	3.6	1.18	3.98	1.31
SECURE	natururan		0.61		0.98		1.24
	konversion		0.04		0.04		0.04
	berigning		0.38		0.38		0.38
	fabrikation		0.19		0.19		0.19
	oparbejdning		0.30		0.30		0.30
	Pu		-0.13		-0.20		-0.24
	resturan		-0.19		-0.30		-0.37
	TOTAL		1.20		1.39		1.54

I ref. 3 er som grundlag anvendt følgende brændselsudgifter for en LWF.

	Enhedspris i 1976		årlig real stign.
	US\$	Dkr	
Uran U_3O_8	35 \$/lb U_3O_8	210 kr/lb U_3O_8	2%
Konversion $U_3O_8-UF_6$	3 \$/kgU	18 Kr/kgU	0%
Berigning	100 \$/SWU	600 kr/SWU	0%
Fabrikation af brændselementer	120 \$/kgU	720 kr/kgU	0%
Oparbejdning af brugt brændsel	250 \$/kgU	1500 kr/kgU	0%
Plutonium	19 \$/g fiss.Pu	114 kr/g fiss.Pu	2%

Disse enhedspriser kommer således også til at danne basis for denne undersøgelse.

Brændselslager:

For alle typer af værker regnes med, at der til enhver tid skal være et brændselslager svarende til et halvt års forbrug.

Tidslig midlet værdi af extra elproduktion:

Brændselspris fast : 9ø/kWh_e.

Brændselsprisstigning 3% p.a. fra 1976: 18ø/kWh_e.

Også for LWR-alternativet benyttes disse priser, fordi den extra elproduktion fra LWR-udtagsværket vil træde i stedet for elproduktion på et kulfyret elværk, som har marginale produktionspriser som de anvendte.

(Når et kondensationsværk tænkes erstattet af et udtagsværk, må værkets nominelle eleffekt forøges, så at det uændret kan producere samme eleffekt, når varmeudtaget benyttes fuldt ud. Dette vil medføre en øget produktion af elenergi pr. år, da benyttelsestiden for elværket er større end for varmeudtaget).

Bilag 2:
Udgifter til de forskellige værker.

De i dette bilag anførte udgifter er excl. udgifter til varmetransmissionsledning, som er beregnet i bilag 3.

Udgifter til 200 MW, SECURE:

Nuwardi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brandselspris fast		Brandselspris stiger 3% p.a. fra 1976	
	Underjordisk forlægning	Grube- forlægning	Underjordisk forlægning	Grube- forlægning
Anlægsudgifter	480	384	480	384
Nedrivning	17	14	17	14
Driftsudgifter	111	111	111	111
Brandselsudg., forbrug	187	187	239	239
Brandselsudg., lager	1	1	1	1
Total	796	697	848	749

Udgifter til 400 MW_t SECURE:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast		Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976	
	Underjordisk forlægning	Grube- forlægning	Underjordisk forlægning	Grube- forlægning
Anlægsudgifter	576	461	576	461
Nedrivning	20	16	20	16
Driftsudgifter	111	111	111	111
Brændselsudg., forbrug	374	374	478	478
Brændselsudg., lager	2	2	2	2
Total	1083	964	1187	1068

Ekstraudgifter til 624 MW_e kulfyret udtagsværk (200 MW_t)
i forhold til 600 MW_e kulfyret kondensationsværk:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast		Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976	
	uden SO ₂ -rens.	med SO ₂ -rens.	uden SO ₂ -rens.	med SO ₂ -rens.
Anlægsudgifter	46	55	46	55
Nedrivning	0	0	0	0
Driftsudgifter	29	42	29	42
Brændselsudg., forbrug	220	220	443	444
Brændselsudg., lager	4	4	2	2
Brutto	299	321	520	543
Værdi af ekstra elproduktion	-68	-59	-136	-117
Netto	231	262	384	426

Ekstraudgifter til 648 MW_e kulfyret udtagsværk (400 MW_t)
i forhold til 600 MW_e kulfyret kondensationsværk:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast		Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976	
	uden SO ₂ -rens.	med SO ₂ -rens.	uden SO ₂ -rens.	med SO ₂ -rens.
Anlægsudgifter	90	109	90	109
Nedrivning	0	1	0	1
Driftsudgifter	48	73	48	73
Brændselsudg., forbrug	440	441	886	889
Brændselsudg., lager	8	8	4	4
Brutto	586	632	1028	1076
Værdi af ekstra elproduktion	-136	-116	-272	-232
Netto	450	516	756	844

Ekstraudgifter til 930 MW_e LWR udtagsværk (200 MW_t)
i forhold til 900 MW_e LWR kondensationsværk:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
Anlægsudgifter	130	130
Nedrivning	2	2
Driftsudgifter	85	85
Brændselsudg., forbrug	99	127
Brændselsudg., lager	1	1
Brutto Værdi af ekstra elproduktion	317 -79	345 -159
Netto	238	186

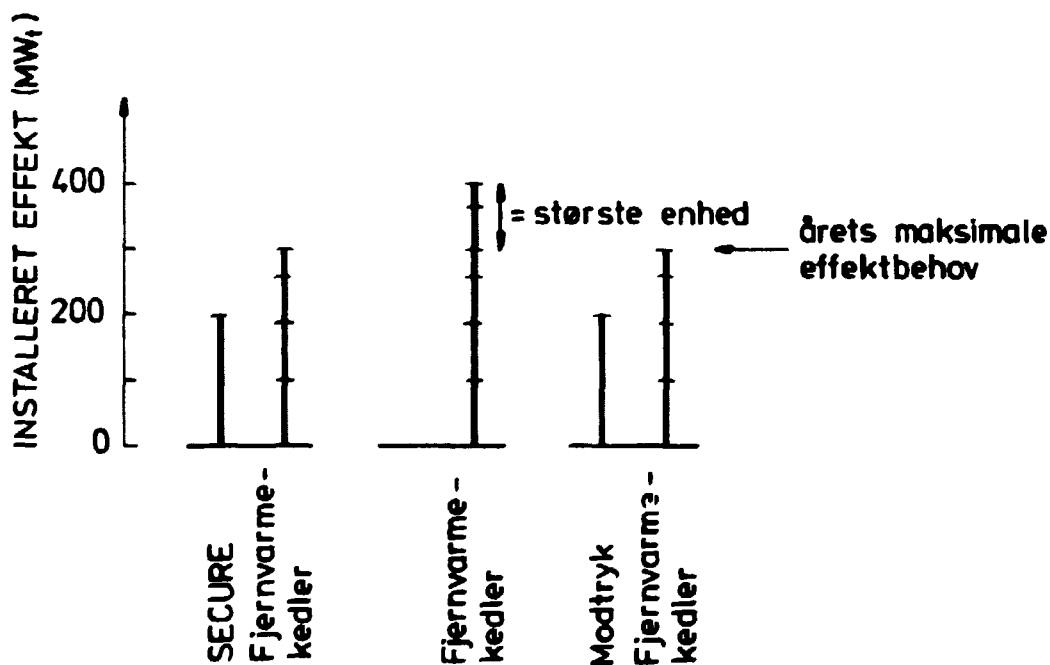
Ekstraudgifter til 960 MW_e LWR udtagsværk (400 MW_t)
i forhold til 900 MW_e LWR kondensationsværk:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
Anlægsudgifter	201	201
Nedrivning	3	3
Driftsudgifter	122	122
Brændselsudg., forbrug	198	254
Brændselsudg., lager	2	2
Brutto Værdi af ekstra elproduktion	526 -159	582 -317
Netto	367	265

Udgifter ved produktion på fjernvarmekedler ($0,88 \text{ TWh}_t/\text{år}$):

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
Anlægsudgift	29	29
Driftsudgift	59	59
Brændselsudg., forbrug	816	1643
Brændselsudg., lager	15	8
Total	919	1739

Ved beregningen af anlægsudgiften er anvendt principper om, at der altid skal være reserve (i form af fjernvarmekedler) for den største enhed. Når produktionen udelukkende foregår på fjernvarmekedler, medfører dette, at der sammenlignet med situationen, hvor SECURE (200 MW_t) dækker grundlasten, må kræves en yderligere kapacitet installeret på fjernvarmecentralerne svarende til effekten af den største fjernvarmekedel (100 MW_t). Dette kan anskueliggøres med nedenstående figur, hvor også alternativet med modtryksværket er medtaget.



Udgifter til 84 MW/200 MW modtryksværk:

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
Anlægsudgifter	311	311
Nedrivning	2	2
Driftsudgifter	148	148
Brændselsudg., forbrug	892	1796
Brændselsudg., lager	17	9
Brutto	1370	2266
Effektværdi	-139	-139
Værdi af elproduktion	-587	-1173
Netto	644	954

Sammenligning af de forskellige alternativeres (ekstra) udgifter (netto):

Nuværdi pr. 1/1 1987 Mkr. (1976)	200 MW _t		400 MW _t	
	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
SECURE, underjordisk forlægning	796	848	1083	1187
SECURE, grubeforlægning	697	749	964	1068
kulfyret udtagsværk uden SO ₂ -rensning	231	384	450	756
kulfyret udtagsværk med SO ₂ -rensning	262	426	516	844
LWR udtagsværk	238	186	367	265
oliefyrede fjernvarmekedler	919	1739	-	-
kulfyret modtryksværk	644	954	-	-

De anførte nuværdier af udgifterne er for alle alternativerne ekskl. transmissionsledninger.

De forskellige alternativets (ekstra) udgifter (netto) kan også angives som en
 tidslig midlet Gcal-pris af værk:

Tidslig midlet Gcal-pris. 1976-kr/Gcal af værk	200 MW _t		400 MW _t	
	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976	Brændselspris fast	Brændselspris stiger 3% p.a. fra 1976
SECURE, underjordisk forlægning	59,6	63,5	40,6	44,5
SECURE, grubeforlægning	52,2	56,1	36,1	40,0
kulfyret udtagsværk uden SO ₂ -rensning	17,3	28,8	16,9	28,3
kulfyret udtagsværk med SO ₂ -rensning	19,6	31,9	19,3	31,6
LWR udtagsværk	17,8	13,9	13,7	9,9
oliefyrede fjernvarmekedler	68,9	130,3	-	-
kulfyret modtryksværk	48,3	71,5	-	-

Produktion:

	Kapacitet		Produktion	
	MW _e	MW _t	TWh _e /år	TWh _t /år
SECURE	0	200	0	0,880
	0	400	0	1,760
kulfyret uden SO ₂ -rensning	600	0	3,711	0
	624	200	3,754	0,880
	648	400	3,797	1,760
kulfyret med SO ₂ -rensning	600	0	3,553	0
	624	200	3,590	0,880
	648	400	3,626	1,760
LWR	900	0	5,456	0
	930	200	5,506	0,880
	960	400	5,556	1,760
fjernvarmecentral	0	200	0	0,880
modtryksværk	84	200	0,370	0,880

Bilag 3:
Udgifter til transmissionssystemet.

Forudsætninger

Alternativ	Ledningens kapacitet MW_t	Fremløbs-temperatur $^{\circ}C$	Retur-temperatur $^{\circ}C$	Dia-meter m	Effekt til pumper MW_e pr.km enkeltrør
SECURE	100	95	60	0,6	0,089
	200	95	60	0,9	0,092
	400	95	60	1,2	0,177
Kulfyret	100	100	60	0,6	0,058
	200	100	60	0,8	0,111
	400	100	60	1,1	0,180
LWR	100	120	70	0,5	0,074
	200	120	70	0,7	0,111
	400	120	70	1,0	0,148

(Der regnes med 80% virkningsgrad af motor/pumpe)

Anlægsudgift, rørledning og pumpestationer m.m.

I fig. 3.4 er angivet kontraktpriser for anlæg af rørledninger, taget fra forskellige kilder. Det ses, at der er stor spredning på priserne. De her anvendte priser er markeret med ø. (Der forudsættes forlægning i betonkanal).

Anlægsudgiften for pumpestationer m.m. er skønsmæssigt anslået til 20% af anlægsudgiften for selve ledningen. (Herning Projekt Damp: 17%, Stevns- og Gyllingnæs-rapporterne: 18-28%). For rørledning og pumpestationer m.m. regnes med, at anlægsaktiviteterne fordeles ligeligt over 3 år.

Effekt og energi til pumper

For de to kul-alternativer og LWR-alternativet antages det, at energien til pumperne fremskaffes ved at bygge de respektive værker lidt større. For SECURE-alternativet antages det, at energien skaffes fra et kulfyret 600 MW elværk (uden SO_2 -rensning). Endvidere antages det (for små ændringer af den installerede effekt), at kontraktpris og faste driftsudgifter er proportionale med 0.7-te potens af den installerede effekt - og at specifikt brændselsforbrug (kcal/kWh) og specifikke variable driftsudgifter (kr./MWh) er uændrede.

Herved fremkommer følgende effekt- og energiudgifter af værk:

	Effekt- udgift Mkr/MWe	Energiudgift ø/kWh _e	
		Brændsels- pris fast	Brændsels- pris stiger 3% p.a. fra 1976
Kul uden SO ₂ -rensning ^{x)}	1,67	8,88	17,32
Kul med SO ₂ -rensning	2,27	9,53	18,37
LWR	3,37	3,10	4,00

x) Disse udgifter anvendes også for SECURE.

Der regnes med 10% tab i eltransmissionsnettet. Benyttel-
sestiden for pumper sættes til 4400 h pr. år.

Udgift p.g.a. større kapacitet i eltransmissionsnettet

Dansk Elværksstatistik angiver for 1975/76 4,86 ø/kWh som
distributionsudgifter. Dette tal omfatter både høj- og lav-
spændingsnet. Som marginal udgift for højspændingsnettet an-
vendes 2 ø/kWh. (Pumperne fødes fra 10 kV-nettet),

Resultater

Hvor der er angivet 2 tal, svarer de til hhv. faste brænd-
selspriser og brændselsprisstigninger på 3% p.a. fra 1976.

Transmissionsledningers kapacitet = 100 MW_t:

Nuværdi pr. 1/1 1987 1976 - Mkr/km dobbelt- ledning	SECURE	Kulfyret uden SO ₂ - rensning	Kulfyret med SO ₂ - rensning	LWR
Røranlæg	4,78	4,78	4,78	3,71
Pumpestationer m.m.	0,96	0,96	0,96	0,74
Pumper, effekt	0,33	0,22	0,29	0,55
Pumper, energi	1,36-2,66	0,88-1,73	0,95-1,83	0,39-0,51
Eltransmissionsnet	0,31	0,20	0,20	0,25
Total	7,74-9,04	7,04-7,89	7,18-8,06	5,64-5,76

Transmissionsledningers kapacitet = 200 MW_t:

Nuverdi pr. 1/1 1987. 1976-Mkr/km dobbelt- ledning	SECURE	Kulfyret uden SO ₂ - rensning	Kulfyret med SO ₂ - rensning	LWR
Røranlæg	7,96	6,90	6,90	5,84
Pumpestationer m.m.	1,59	1,38	1,38	1,17
Pumper, effekt	0,34	0,41	0,56	0,83
Pumper, energi	1,41-2,75	1,69-3,32	1,82-3,51	0,60-0,76
Eltransmissionsnet	0,32	0,38	0,38	0,38
Total	11,62-12,96	10,76-12,39	11,04-12,73	8,82-8,98

Transmissionsledningers kapacitet = 400 MW_t:

Nuverdi pr. 1/1 1987. 1976-Mkr/km dobbelt ledning	SECURE	Kulfyret uden SO ₂ - rensning	Kulfyret med SO ₂ - rensning	LWR
Røranlæg	12,20	10,61	10,61	9,23
Pumpestationer m.m.	2,44	2,12	2,12	1,85
Pumper, effekt	0,66	0,67	0,91	1,11
Pumper, energi	2,72-5,29	2,45-5,38	2,96-5,70	0,79-1,02
Eltransmissionsnet	0,61	0,62	0,62	0,51
Total	18,63-21,20	16,77-19,40	17,22-19,96	13,49-13,72

De totale udgifter til varmetransmissionssystemet kan også angives som en tidslig midlet udgift pr. Gcal transmitteret gennem rørledningen:

1976-kr/Gcal transmitteret pr. km dobbeltledning

Rørledningens kapacitet	Årlig brændselsprisstigning	SECURE	Kulfyret uden SO ₂ rensning	Kulfyret med SO ₂ -rensning	LWR
100 MW _t	0%	1,16	1,06	1,08	0,85
	3%	1,35	1,18	1,21	0,86
200 MW _t	0%	0,87	0,81	0,83	0,66
	3%	0,97	0,93	0,95	0,67
400 MW _t	0%	0,70	0,63	0,65	0,51
	3%	0,79	0,73	0,75	0,51

Udgifterne til transmissionsledningerne er vist grafisk i figurerne 3.1, 3.2 og 3.3.

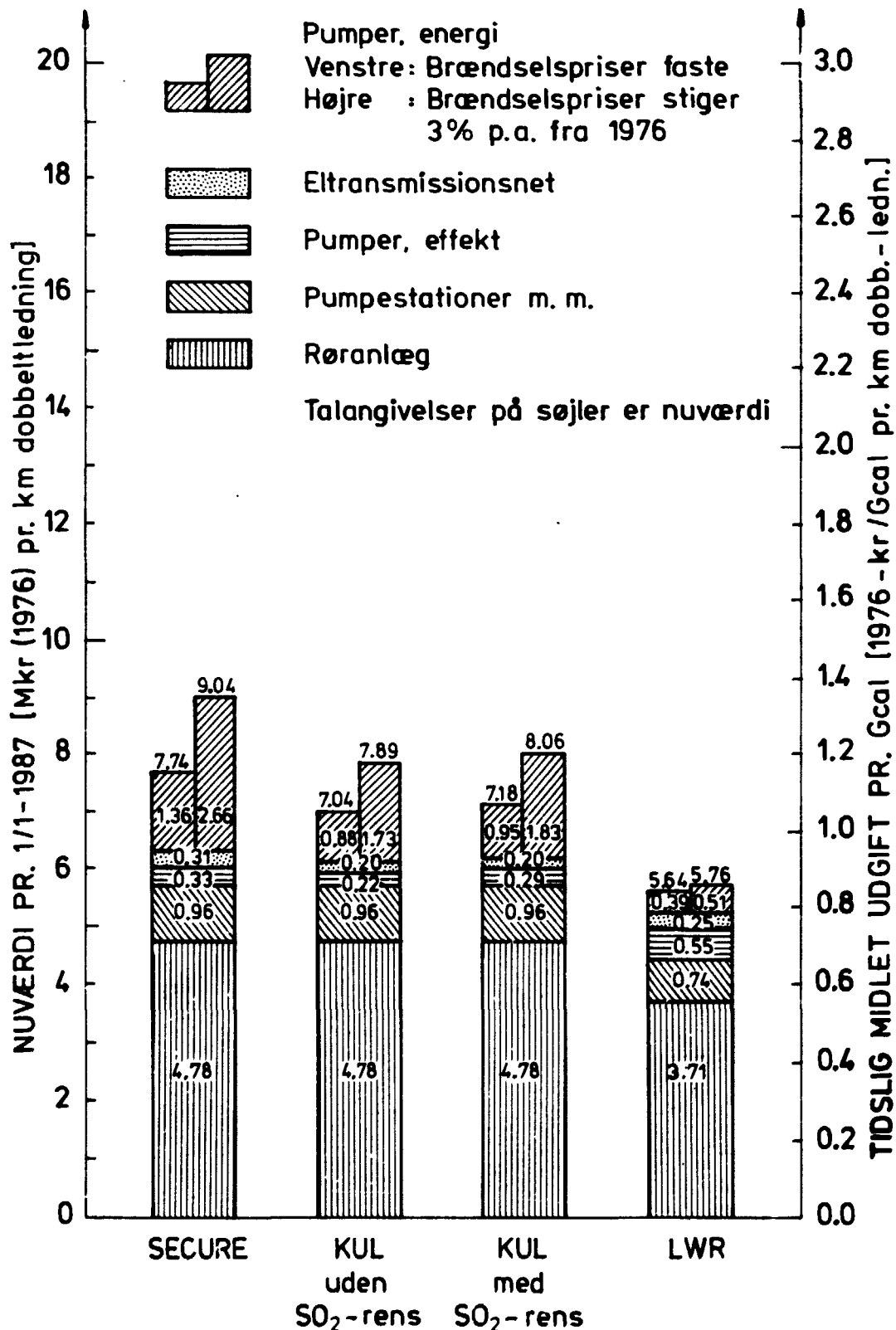


Fig. 3.1: Udgifter til 100 MW_t transmissionsledning.
Den tidslig midlede Gcal-udgift er angivet pr. Gcal transmitteret gennem en 100 MW_t ledning.

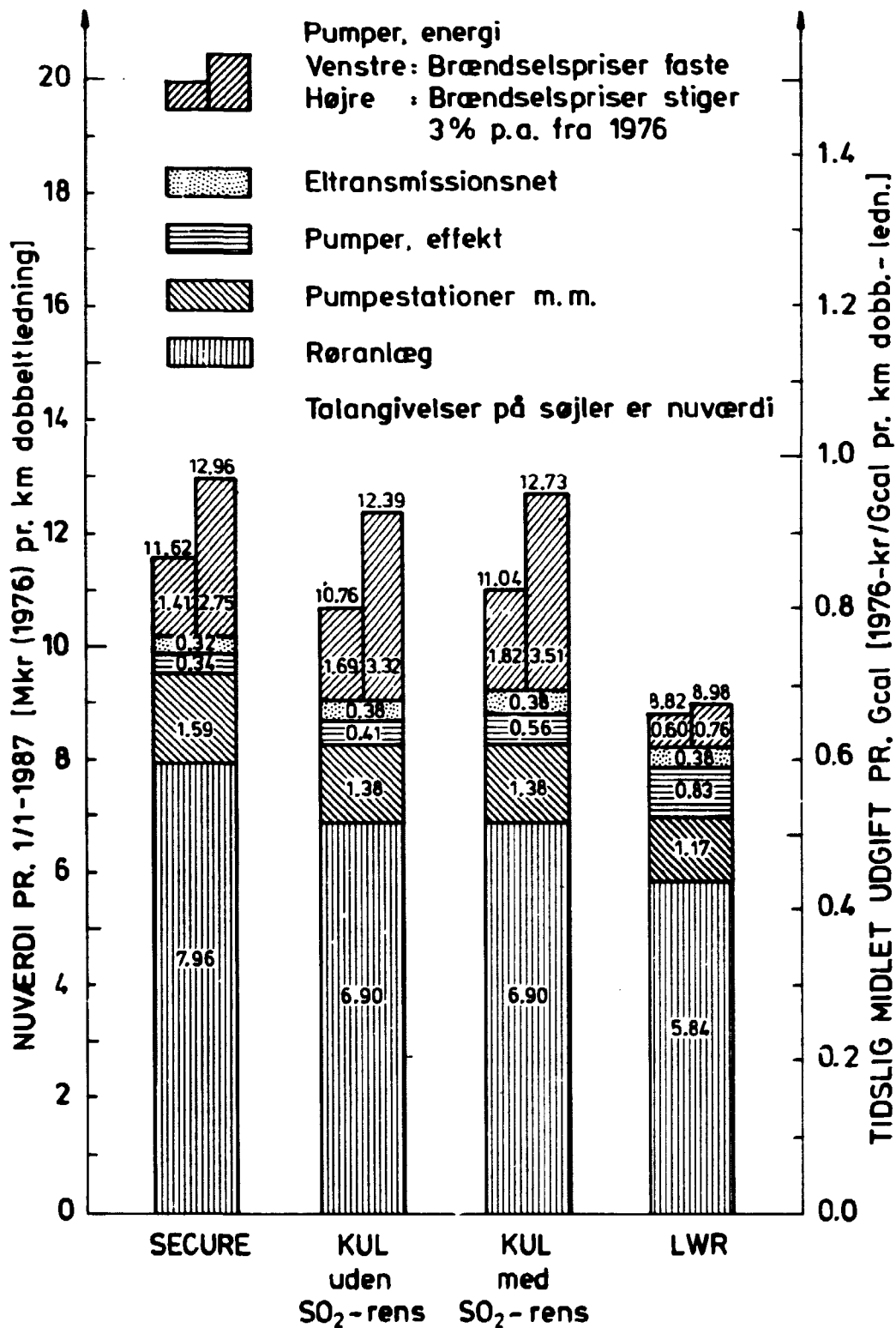


Fig. 3.2: Udgifter til 200 MW_t transmissionsledning.
Den tidslig midlede Gcal-udgift er angivet
pr. Gcal transmitteret gennem en 200 MW_t ledning.

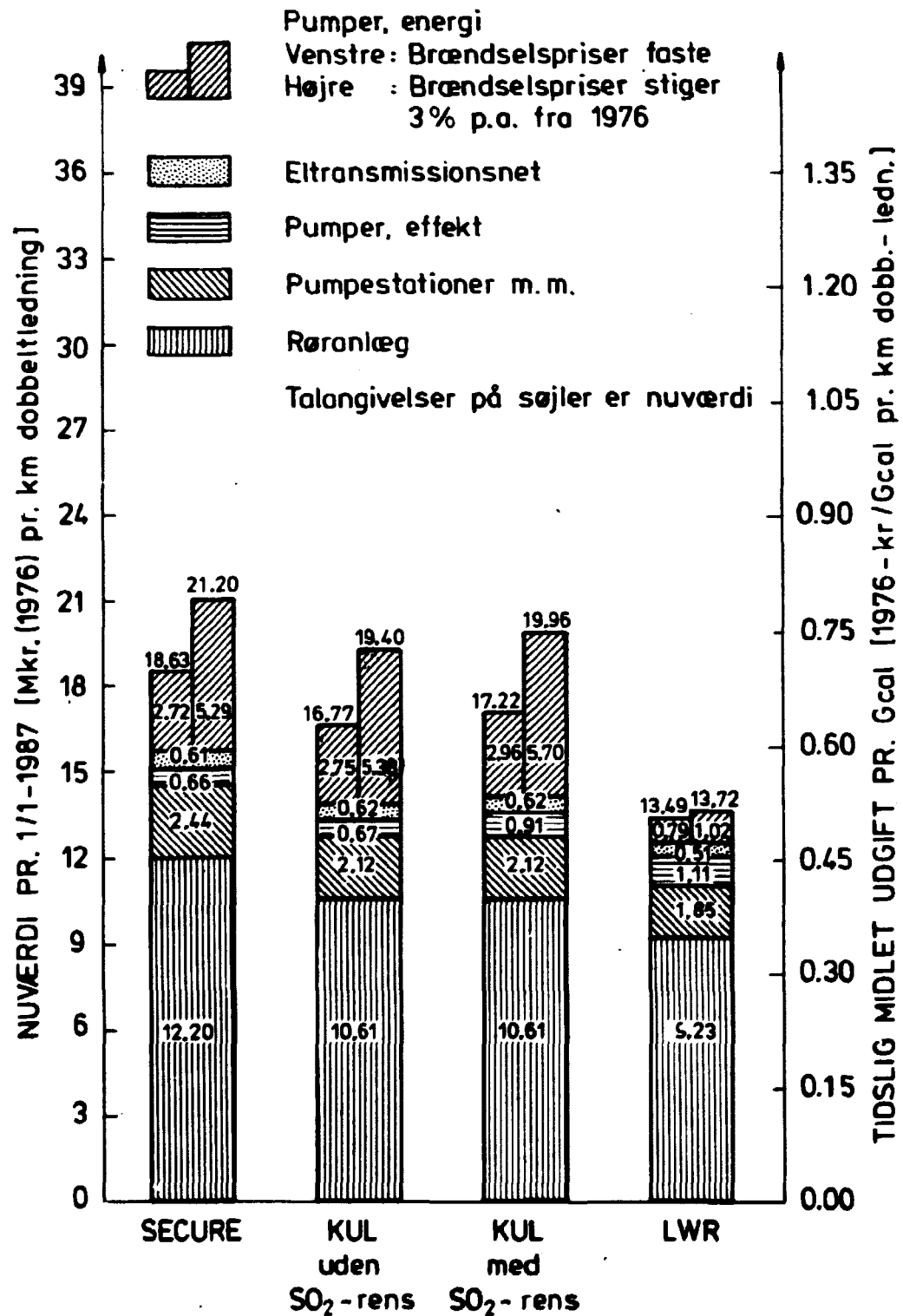


Fig. 3.3: Udgifter til 400 MW_t transmissionsledning.
Den tidslig midlede Gcal-udgift er angivet
pr. Gcal transmitteret gennem en 400 MW_t ledning.

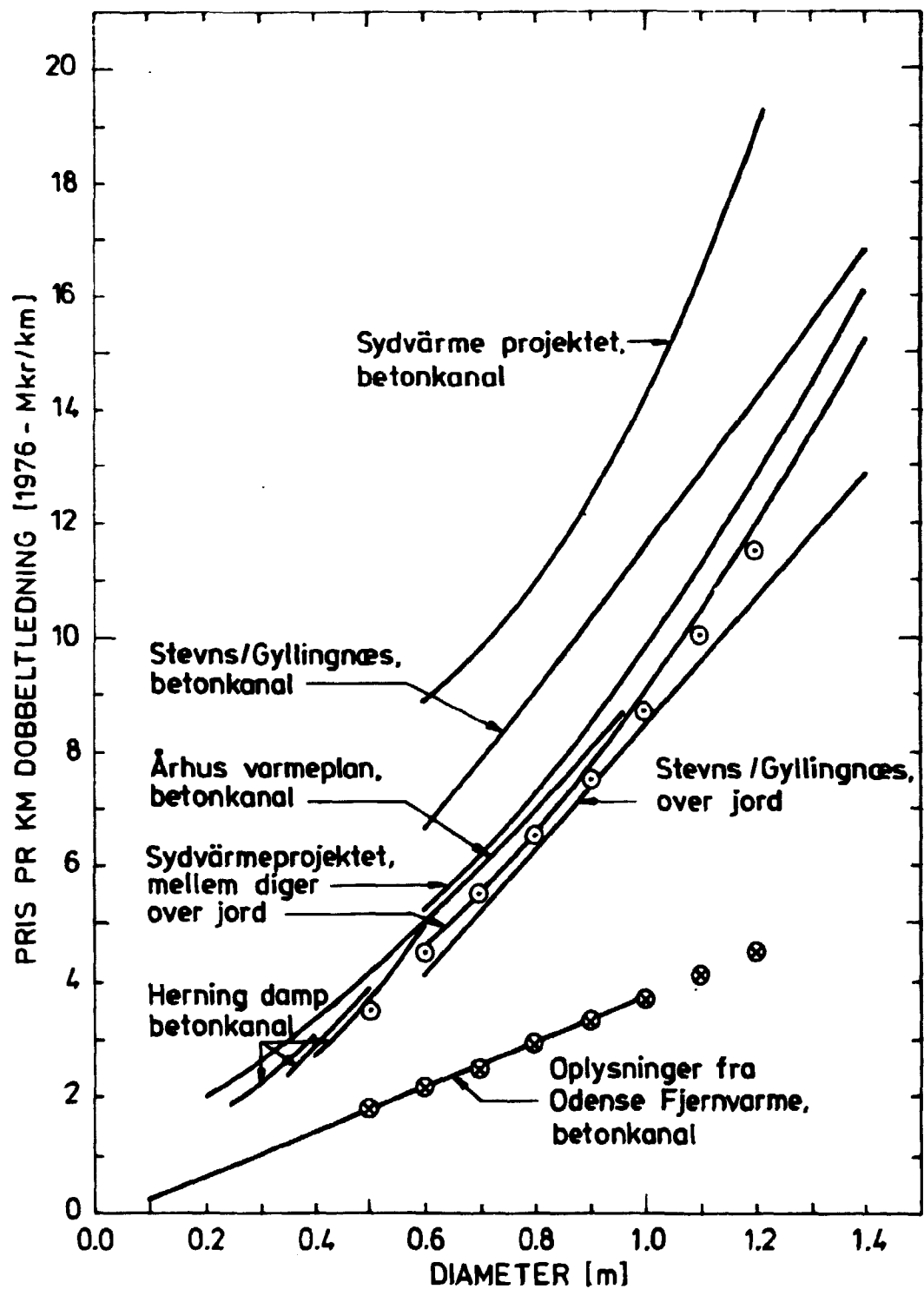


Fig. 3.4: Kontraktpriser for rørledninger

Inflation: 10% p.a.

1 Skr. = 1,24 Dkr. (samme år).

ISBN 87-550-0535-7

ISSN 0418-6435